Cardiorrenal
Medicamento

Artículo de revisión

Cardiorenal Med 2024;14:350–374
DOI: 10.1159/000539469

Recibido: 1 de marzo de 2024 Aceptado: 7 de mayo de 2024 Publicado en línea: 30 de mayo de 2024

Desbloquear el potencial de VExUS en la evaluación de la congestión venosa: el arte de hacerlo bien

Abhilash Koratala[a] Gregorio Romero-González[b, c, d]
Hatem Soliman-Aboumarie[mi, f] Amir Kazory[gramo]

[a]División de Nefrología, Facultad de Medicina de Wisconsin, Milwaukee, WI, EE.UU.; [b]Departamento de Nefrología, Hospital Universitario Germans Trias en Pujol, Badalona, España; [do]Germans Trias en el Instituto de Investigación Pujol (IGTP), Grupo REMAR-IGTP (Grupo de Investigación de Enfermedades que Afectan al Riñón), Badalona, España; [d]Instituto Internacional de Investigación Renal de Vicenza, Vicenza, Italia; [y]Departamento de Anestésicos y Cuidados Críticos, Hospital Harefield, Hospitales Royal Brompton y Harefield, Harefield, Reino Unido; [F]Escuela de Ciencias Cardiovasculares, Metabólicas y Medicina, King's College London, Londres, Reino Unido; [gramo]División de Nefrología, Hipertensión y Trasplante Renal, Universidad de Florida, Gainesville, FL, EE. UU.

Palabras clave
Ultrasonido en el punto de atención·Ultrasonido·Doppler·
Insuficiencia cardiaca·Nefrología

Abstracto

Fondo:La congestión, caracterizada por presiones de llenado cardíaco elevadas y sus repercusiones, es un factor que contribuye a la morbilidad y la mortalidad en la insuficiencia cardíaca y las enfermedades críticas. Confiar en los métodos tradicionales para la evaluación junto a la cama del paciente a menudo conduce a una descongestión inadecuada y a un aumento de los reingresos hospitalarios. La ecografía en el punto de atención (POCUS), en particular la POCUS multiorgánica, incluida la escala de ultrasonido de exceso venoso (VExUS), ofrece un enfoque prometedor en este escenario. VExUS permite la cuantificación de la congestión venosa sistémica, ayudando en estados de sobrecarga de líquidos mediante la evaluación de la vena cava inferior y las formas de onda Doppler venosa. Resumen:Esta revisión exhaustiva profundiza en los últimos avances en la comprensión y evaluación de la congestión, arrojando luz sobre las complejidades técnicas para mejorar la aplicación efectiva de VExUS. Estudios recientes destacan la importancia de evaluar los signos de congestión hemodinámica antes de administrar líquidos intravenosos, destacando el concepto de "tolerancia a los líquidos". Además, la descongestión guiada por VExUS mejora significativamente las tasas de descongestión en pacientes con insuficiencia cardíaca descompensada aguda con lesión renal aguda. Estudios más recientes también destacan las implicaciones pronósticas de VExUS en las cohortes generales de UCI que no se limitan a los pacientes de cirugía cardíaca. Sin embargo, realizar una VExUS sin comprender los inconvenientes técnicos puede conducir a errores clínicos. Las consideraciones técnicas al realizar VExUS incluyen matices relacionados con la ecografía de la vena cava inferior y de la vena yugular interna y la familiaridad con los principios Doppler, las configuraciones óptimas y los artefactos. Además, las alteraciones estructurales locales como las que se observan en las enfermedades hepáticas y renales afectan las formas de onda Doppler, lo que pone de relieve la necesidad de una interpretación cuidadosa.Mensaje clave:En general, VExUS presenta una herramienta valiosa para evaluar la congestión y orientar el tratamiento, siempre que los médicos estén familiarizados con sus complejidades técnicas e interpreten los hallazgos de manera juiciosa.

© 2024 El autor(es). Publicado por S. Karger AG, Basilea

karger@karger.com
www.karger.com/crm

Karger
OPEN ACCESS

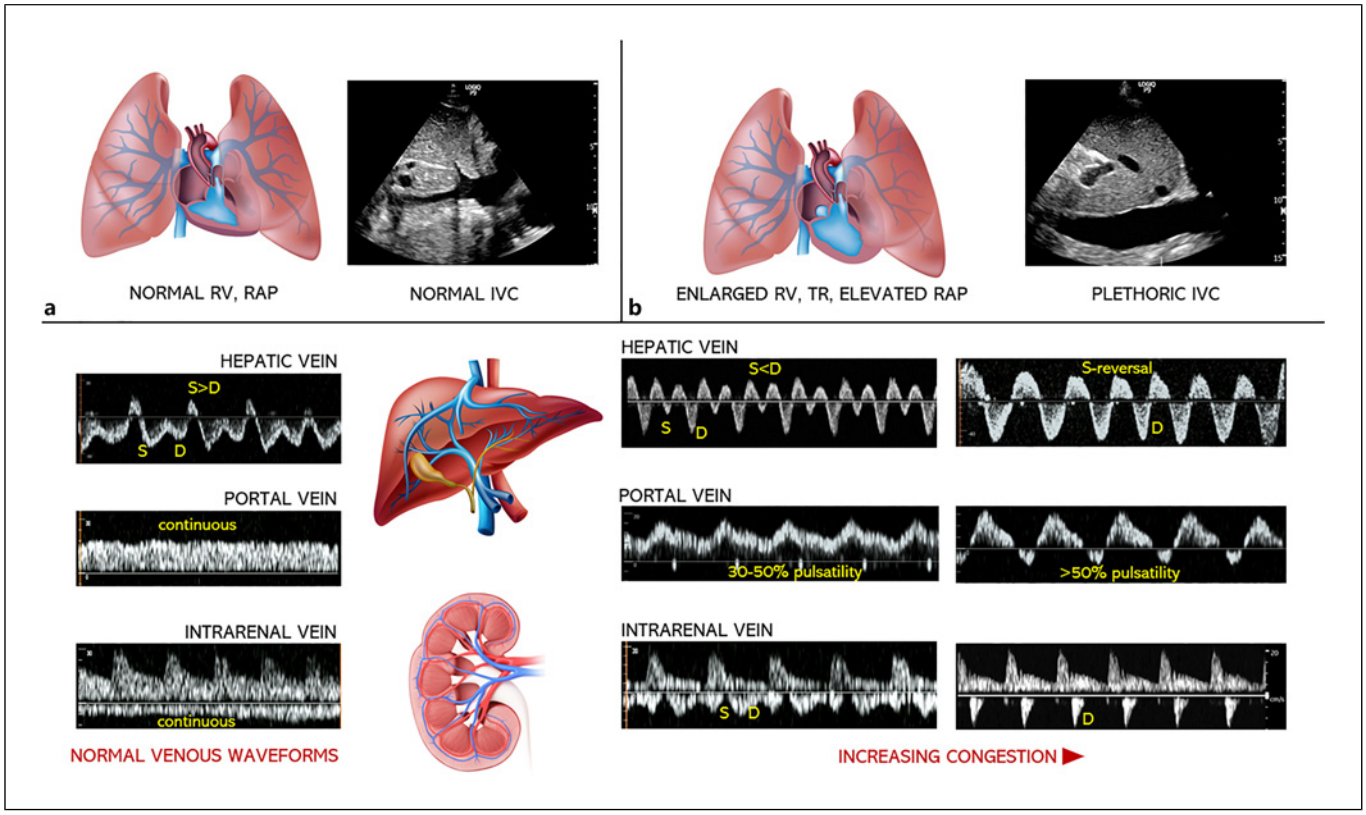
© 2024 El autor(es). Publicado por
S. Karger AG, Basilea

Este artículo está licenciado bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CCBY-NC) (http://www.karger.com/Services/OpenAccessLicense). El uso y distribución con fines comerciales requiere autorización escrita.

Correspondencia a:
Abhilash Koratala, director@mcw.edu

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

SHOUT
SHARE
IT



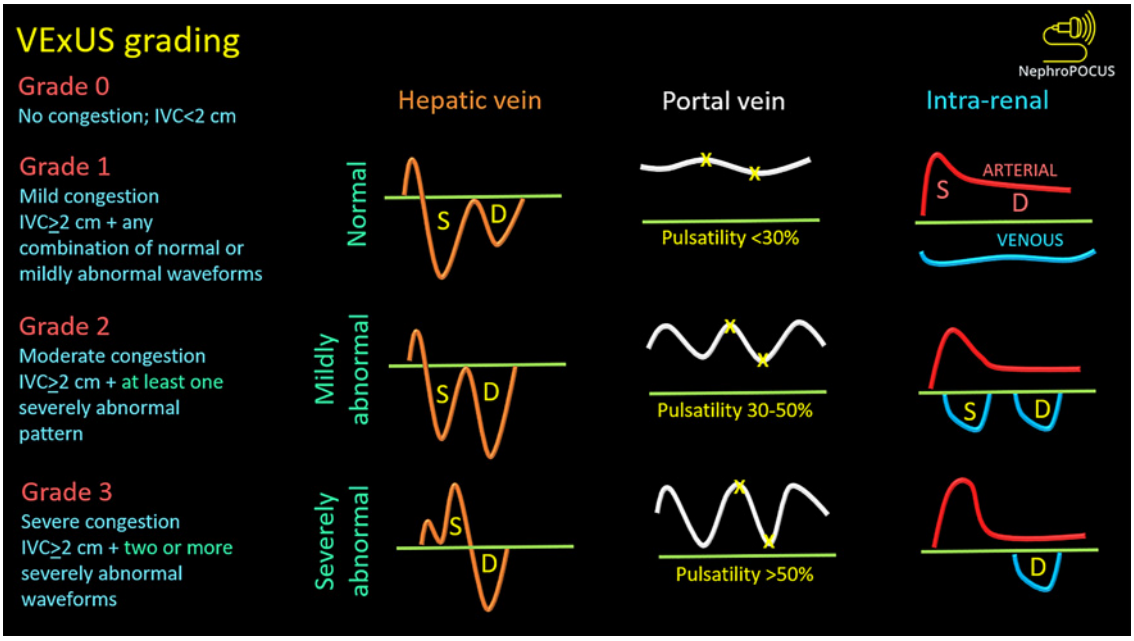
Figuras. 1.Marcadores ecográficos de congestión venosa:aRepresenta un RV normal, una RAP sugerida por una VCI no dilatada y formas de onda Doppler venosas normales.brepresenta un ventrículo derecho dilatado con TR, una vena cava inferior pletórica indicativa de RAP elevada y transición de formas de onda Doppler venosas con empeoramiento de la congestión. S, onda sistólica; D, onda diastólica; RV, ventrículo derecho; RAP, presión auricular derecha; VCI, vena cava inferior; TR, insuficiencia tricuspídea. Reutilizado a partir de la referencia núm. 5 con el amable permiso del editor.

Fondo

La congestión, caracterizada por presiones de llenado cardíaco elevadas y a menudo derivada de una sobrecarga de líquidos, está relacionada con una mayor morbilidad y mortalidad en afecciones como la insuficiencia cardíaca y las enfermedades críticas [1]. La evaluación de la congestión junto a la cama del paciente con métodos tradicionales es propensa a errores, lo que da como resultado una descongestión inadecuada en muchos pacientes dados de alta con insuficiencia cardíaca. Esto contribuye a los reingresos, perpetuando un ciclo de complicaciones relacionadas con la congestión [2]. La ecografía en el punto de atención (POCUS) implica un examen ecográfico específico realizado por el médico para abordar preguntas específicas, lo que facilita el manejo inmediato del paciente. La ecografía POCUS multiorgánica, que abarca evaluaciones ecográficas cardíacas, pulmonares y venosas enfocadas, está surgiendo como una herramienta prometedora en este contexto [3]. Un componente de este enfoque, la escala de ultrasonido de exceso venoso (VExUS), permite cuantificar la congestión venosa sistémica, lo que resulta particularmente ventajoso.

geosa en estados de sobrecarga de fluidos [4]. Implica la realización de una ecografía de la vena cava inferior (VCI) y posteriormente una evaluación Doppler de las venas hepática, portal y parenquimatosa renal. Este enfoque permite evaluar la gravedad de la congestión y monitorear en tiempo real la respuesta a la terapia descongestiva, dada la naturaleza dinámica de las formas de onda Doppler. Las figuras 1 y 2 representan los componentes de VExUS y el sistema de clasificación. Desde su introducción en 2020, VExUS ha recibido una atención significativa, lo que indica la búsqueda continua de los médicos de herramientas objetivas para la evaluación del estado de los líquidos, como lo demuestran más de 300 citas del artículo original hasta la fecha. Sin embargo, debido a la experiencia limitada de muchos usuarios de PO-CUS en aplicaciones Doppler, el uso de VExUS sin una comprensión integral de los posibles problemas técnicos podría generar errores clínicos y la difusión de datos de investigación poco confiables. Revisiones anteriores han explorado exhaustivamente el razonamiento, la evidencia de apoyo y las complejidades de integrar VExUS de manera efectiva.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 2.Sistema de clasificación por ultrasonido del exceso venoso (VExUS): cuando el diámetro de la VCI es≥2 cm, se definen tres grados de congestión según la gravedad de las anomalías en el Doppler venoso hepático, portal e intrarrenal. La ecografía Doppler de la vena hepática se considera levemente anormal cuando la onda sistólica (S) es más pequeña que la onda diastólica (D), pero aún por debajo de la línea base; Se considera severamente anormal cuando la onda S está invertida. Portal El Doppler venoso se considera levemente anormal cuando la pulsatilidad es del 30 al 50%, y severamente anormal cuando es≥50%. Los asteriscos representan puntos de medición de pulsatilidad. La ecografía Doppler de la vena parenquimatosa renal es levemente anormal cuando es pulsátil con componentes S y D diferenciados, y severamente anormal cuando es monofásica con un patrón de solo D. Reutilizado de NephroPOCUS. com con permiso.

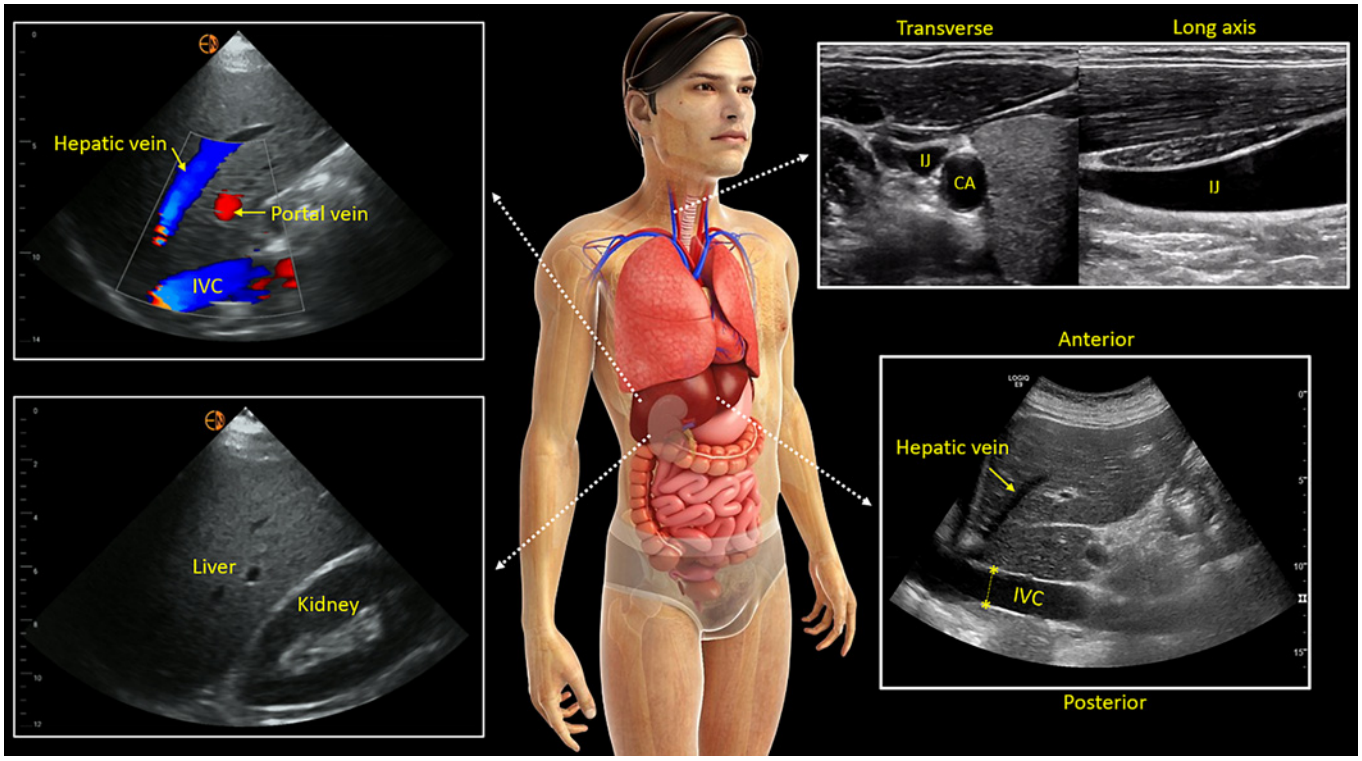
en la práctica clínica, incluidas consideraciones como la interacción entre la sobrecarga de presión y volumen [5–9]. Este artículo pretende destacar los datos más recientes pertinentes a este campo y abordar trampas técnicas cruciales basadas en nuestra experiencia práctica.

Avances recientes en la comprensión y evaluación de la congestión

Tradicionalmente, la evaluación hemodinámica junto a la cama del paciente se ha centrado en el flujo hacia adelante, la determinación de la presión arterial media y la evaluación de la respuesta a los líquidos. Sin embargo, hay un cambio creciente hacia la evaluación de los signos de congestión hemodinámica antes de considerar la terapia con líquidos intravenosos, la llamada tolerancia a líquidos [10]. Los médicos están reconociendo que la respuesta a los líquidos no indica automáticamente la necesidad de líquidos, ya que agotar la respuesta y empujar a los pacientes hacia una sobrecarga de líquidos puede tener consecuencias patológicas. Un estudio de Kenny et al. [11] En 41 pacientes de urgencias con hipoperfusión se reveló que incluso individuos sin experiencia en líquidos con estimaciones ecográficas de baja precarga tenían tasas altas de perfusión de líquidos. falta de respuesta (aproximadamente 30%). Esto nos alerta sobre la posibilidad de que las personas con una VCI pequeña y colapsable, generalmente categorizadas como tolerantes a los líquidos, puedan no mostrar respuesta a los líquidos y podrían ser susceptibles a la congestión con la terapia de líquidos empírica. Sin embargo, es fundamental reconocer que si el paciente tiene una depleción significativa de volumen o una vasodilatación profunda, la administración de líquidos podría no ser adecuada para mejorar el volumen sistólico. Por lo tanto, la interpretación debe abordarse caso por caso para evitar retener los líquidos necesarios.

Otro estudio de Muñoz et al. [12] que incluyó a 90 pacientes con enfermedades críticas ventilados mecánicamente dentro de las 24 horas posteriores al ingreso a la UCI, se evaluaron los signos ecográficos de congestión del lado izquierdo y derecho (E/e mitral)′, puntuación de la ecografía pulmonar, presión venosa central y VExUS) y medidas de respuesta a los líquidos. Sus hallazgos revelaron que la incidencia de al menos una señal de congestión no mostró diferencias significativas entre los grupos que respondían a los líquidos y los que no (53% frente a 57%),p =0,69), así como la proporción de pacientes con 2 o 3 señales de congestión (15% frente a 21%,p =0.4) [12]. Esto subraya que administrar líquidos intravenosos a un paciente que responde a los líquidos

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 3.Ilustración de las ventanas ecográficas utilizadas para realizar el examen VExUS. La vena IJ puede servir como una alternativa a la ecografía de la VCI para estimar la RAP. Imagen del cuerpo humano con licencia de Shutterstock. CA, arteria carótida; IJ, yugular interna; VCI, vena cava inferior.

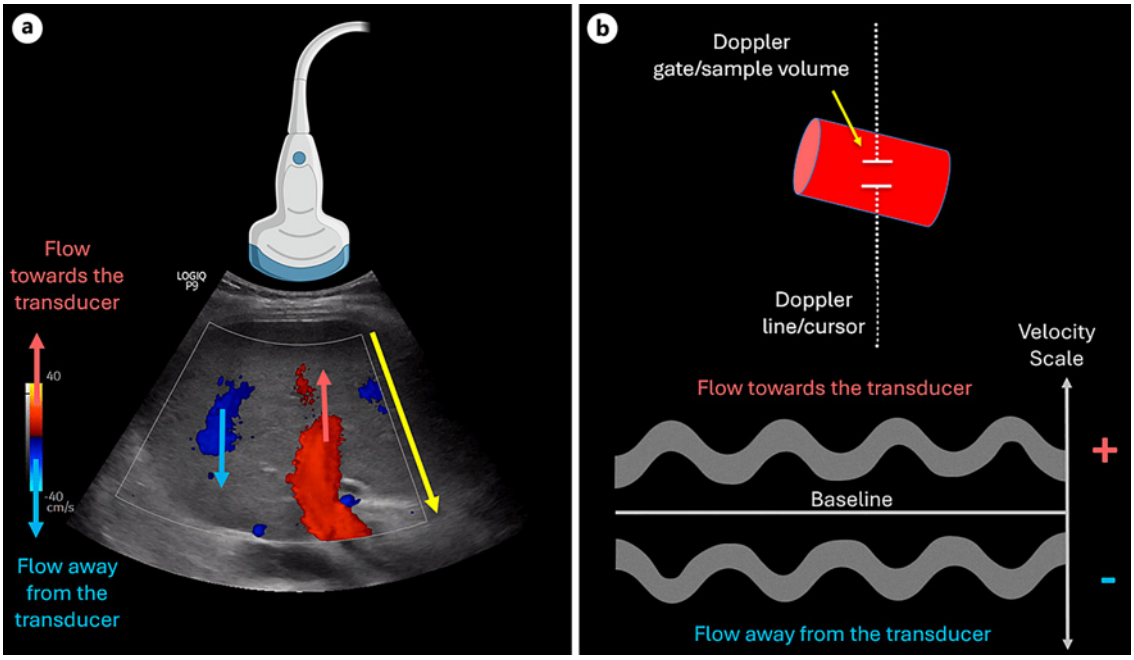
El tratamiento para el paciente puede no ser necesariamente beneficioso y podría suponer un daño potencial.

En el estudio VExUS original, la presencia de congestión venosa grave (VExUS grado 3, que indica al menos 2 patrones Doppler gravemente anormales entre las tres venas evaluadas) se asoció con un mayor riesgo de lesión renal aguda (LRA) en una cohorte de cirugía cardíaca y en un entorno de nefropatía apropiado. Sin embargo, surgió escepticismo con respecto a la aplicabilidad de VExUS a cohortes generales de UCI. En un estudio de cohorte multicéntrico reciente que incluyó pacientes con enfermedades críticas y IRA grave, Beaubien-Souligny et al. [13] exploraron si una puntuación VExUS elevada aumentaba los eventos renales adversos mayores a los 30 días, definidos como muerte, dependencia de la terapia de reemplazo renal o disfunción renal persistente. Si bien los marcadores ecográficos de congestión no afectaron negativamente la recuperación renal, tanto el grado 2 como el grado 3 del VExUS se asociaron independientemente con la mortalidad (grado 2: índice de riesgo ajustado: 4,03, intervalo de confianza [IC]: 1,81-8,99; grado 3: índice de riesgo ajustado: 2:70, IC: 1,10-6,65;p =0,03). El estudio es impactante, ya que implica tanto la congestión venosa moderada como la grave en la mortalidad, a pesar de la baja prevalencia de congestión grave (<15%) en la cohorte general de UCI, con múltiples factores que contribuyen a la IRA e influyen en la recuperación [13]. Por el contrario, un estudio diferente que evaluó la eficacia de VExUS en un entorno de UCI general no reveló una correlación significativa entre las puntuaciones iniciales de VExUS y las apariciones de IRA. (p = 0,136) o mortalidad a los 28 días (p =0,594). Cabe destacar que en este estudio solo se presentó congestión grave en el 6% de los casos. Además, el balance de líquidos al ingreso fue de apenas +990 ml, disminuyendo a -160 ml el día 2. En consecuencia, los hallazgos se alinean lógicamente: la ausencia de sobrecarga de líquidos o su tratamiento eficaz se correlaciona con una mortalidad no elevada [14].

Con respecto a la efectividad de VExUS para el monitoreo, un ensayo controlado aleatorio investigó a 140 pacientes que fueron hospitalizados por insuficiencia cardíaca aguda descompensada y presentaron IRA, caracterizada por un aumento en la creatinina sérica en≥0,3 mg/dl [15]. La descongestión guiada por VExUS, en comparación con la atención habitual, aumentó significativamente la probabilidad de lograr una descongestión más de dos veces más rápido a los 2 días (OR: 2,5, 1,3–3,4,p =0,01). La prevalencia de congestión grave (grado 3 de VExUS) fue del 48% y del 40% en los grupos de intervención y de control al ingreso. La recuperación renal no mostró diferencias significativas

Cardiorenal Med 2024;14:350–374
DOI: 10.1159/000539469

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 4.Representación de (a)Doppler color, donde el rojo indica el flujo hacia el transductor y el azul indica el flujo que se aleja del transductor. La flecha amarilla indica la dirección del haz de ultrasonido.bDoppler de onda pulsada, con el volumen de muestra posicionado en el vaso de interés para obtener una representación gráfica del flujo sanguíneo. El flujo por encima de la línea de base se dirige hacia el transductor, mientras que el flujo por debajo se aleja.

entre ambos grupos (RR: 1,1, IC: 0,4-1,9,p =0.8). Esto no es inesperado porque la IRA fue leve, con valores de creatinina de 1,1 mg/dl y 1,4 mg/dl en los grupos VExUS y control respectivamente en el momento de la presentación. Es importante destacar que ambos grupos recibieron terapia descongestiva, lo que evitó las diferencias sustanciales esperadas si un grupo hubiera recibido la terapia opuesta. La evidencia previa indica que las tasas de descongestión más rápidas se correlacionan con un riesgo de mortalidad reducido y un riesgo compuesto de mortalidad cardiovascular y hospitalización por insuficiencia cardíaca [16]. Por lo tanto, el hallazgo de que el grupo de tratamiento guiado por VExUS logró una descongestión más rápida hace que este estudio sea digno de mención.

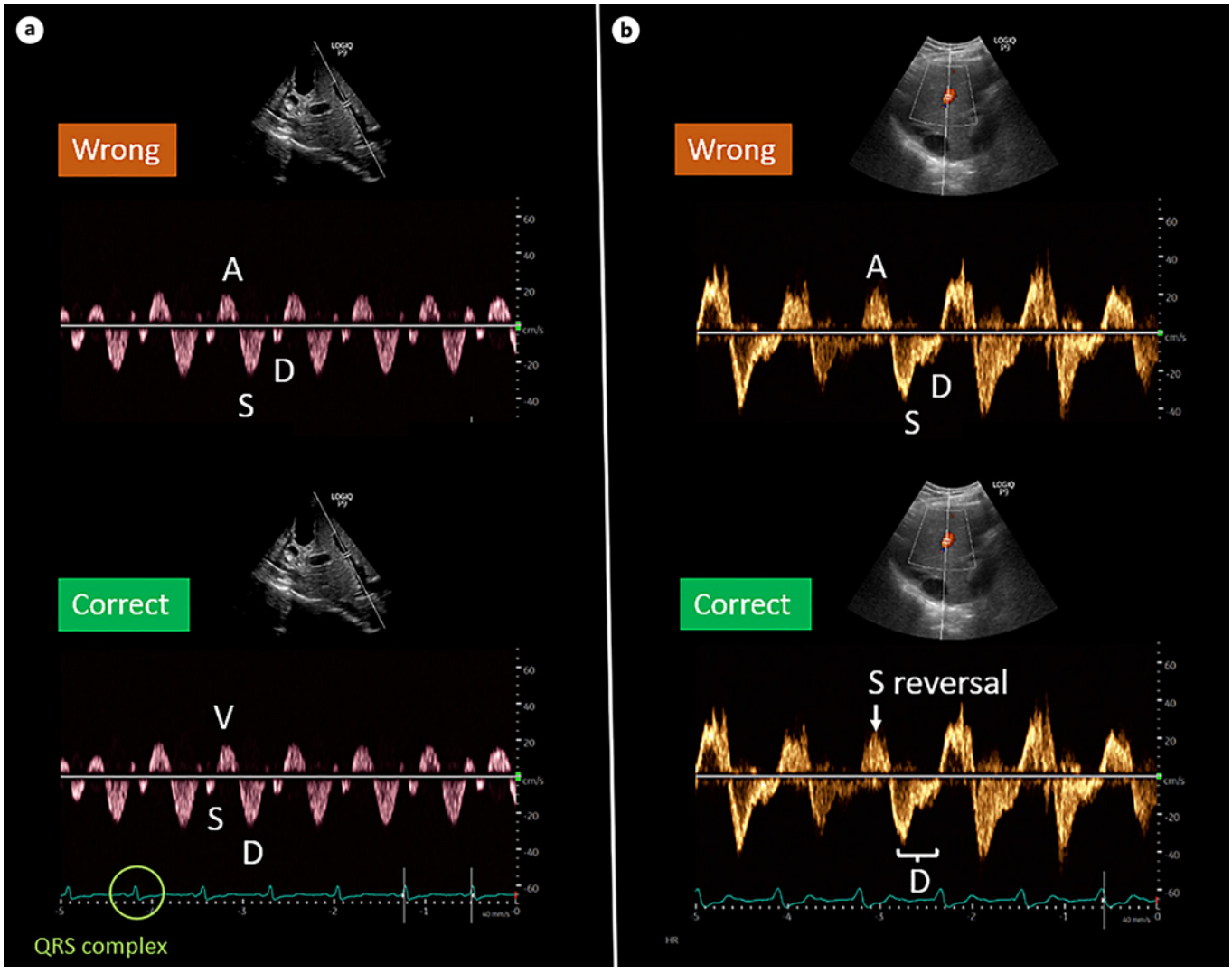
Como la congestión venosa es resultado tanto de una presión auricular derecha (PAD) elevada como de una distensibilidad venosa reducida, es lógico esperar que su gravedad se correlacione, hasta cierto punto, con la PAD. El estudio original demostró que el grado 3 de VExUS superó un valor de RAP≥12 mmHg en la predicción de lesión renal congestiva [4]. Un estudio reciente evaluó la correlación entre RAP y VExUS en una cohorte de pacientes sometidos a cateterismo cardíaco derecho ambulatorio y hospitalizado. Se reveló una fuerte correlación entre la puntuación VExUS y RAP, con un área bajo la curva favorable para predecir RAP.≥12 mmHg (0,99, IC del 95 %: 0,96–1) en comparación con el diámetro de la VCI (0,79, IC del 95 %: 0,65–0,92). Curiosamente, el grado 3 de VExUS exhibió una Sensibilidad de 1 (IC del 95 %: 0,69–1) y especificidad de 0,85 (IC del 95 %: 0,71–0,94) para RAP≥12 mmHg [17]. El conocimiento de esto nos ayuda a tener en cuenta los parámetros Doppler, cuando sea relevante, en la evaluación de rutina de la RAP.

Realización de VExUS: Consideraciones técnicas

Ultrasonido de la VCI

La estimación de RAP constituye el paso inicial de VExUS. La ecografía de la VCI, un componente estándar de la ecocardiografía, se utiliza para evaluar la RAP en pacientes que respiran espontáneamente. El principio subyacente es que un vaso pequeño que colapsa al inhalar sugiere una RAP normal, mientras que un vaso pletórico indica una RAP elevada. Sin embargo, en pacientes ventilados mecánicamente, la correlación entre los parámetros de la VCI y la RAP es generalmente pobre, excepto en los extremos [18]. La puntuación VExUS adopta un punto de corte de 2 cm para el diámetro anteroposterior máximo de la VCI para indicar una RAP elevada. Dado que la colapsabilidad está influenciada por la fuerza y el estado ventilatorio del individuo, emplear el diámetro como parámetro principal es una elección lógica. Si bien este criterio es un punto de partida práctico, existen excepciones. Factores como la dilatación basal de la VCI en atletas de resistencia, la VCI pequeña debido al aumento del volumen abdominal

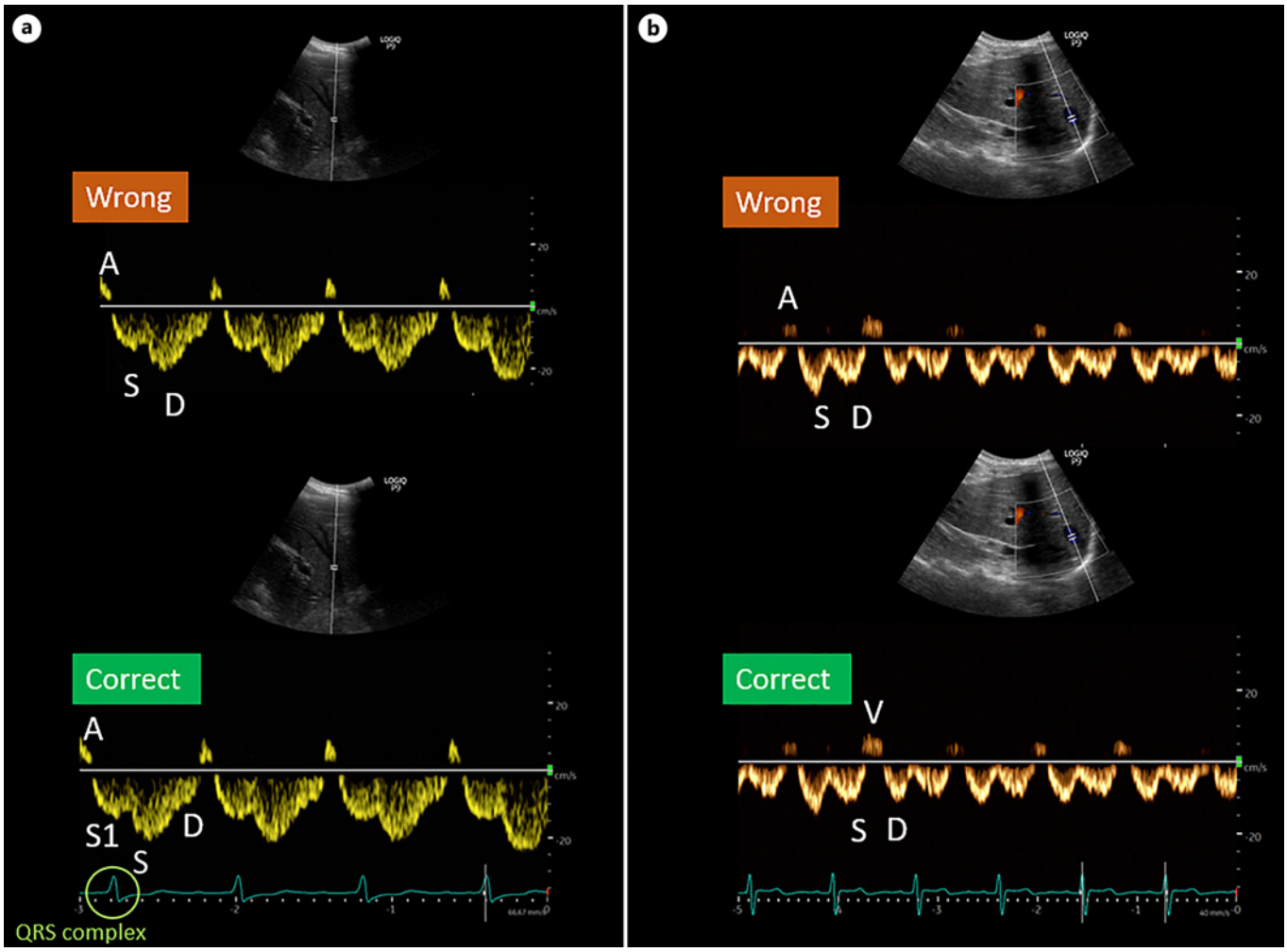
Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 5.Interpretación del Doppler de vena hepática en ausencia y presencia de ECG.aSin ECG, la forma de onda se percibe erróneamente como S > D (normal), mientras que en realidad muestra S << D con una onda V prominente.bSin ECG, la forma de onda se interpreta erróneamente como S > D con una onda A prominente (posiblemente una compliancia auricular derecha reducida pero casi normal), mientras que en realidad es una inversión de la onda S en un caso de insuficiencia tricuspídea grave. El flujo diastólico aparece estriado debido a un intervalo PR prolongado.

Se debe tener en cuenta la presión a pesar de una RAP elevada y el diámetro de la VCI que no cumple con el valor de corte debido a una pequeña superficie corporal antes de sacar conclusiones. Por ejemplo, en un estudio de pacientes asiáticos, se encontró que el punto de corte óptimo para el diámetro de la VCI era de 1,7 cm para aquellos con una superficie corporal más pequeña [19]. Además, en nuestra práctica, buscamos visualizar la VCI en ambos ejes para evitar errores técnicos como el efecto cilindro [7]. La presencia de un vaso circular, en oposición a uno de forma elíptica, generalmente indica una RAP elevada. En un estudio, se demostró la relación entre los diámetros del eje corto y el eje largo correlación más fuerte con el RAP obtenido a través de cateterización que el diámetro del eje largo solo [20]. También se puede acceder a la VCI a través de la ventana ecográfica lateral derecha en los casos en que la ventana subxifoidea plantea desafíos. Esta ventana permite obtener imágenes de todos los componentes de VExUS (vena venosa intravascular, hepática, portal y parenquimatosa renal) a través de movimientos suaves del transductor (Fig. 3). Sin embargo, el plano ecográfico difiere, proporcionando el diámetro lateral de la VCI en el eje largo en lugar del diámetro anteroposterior tradicional, lo que impide su uso intercambiable. Además, la colapsabilidad evaluada en

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



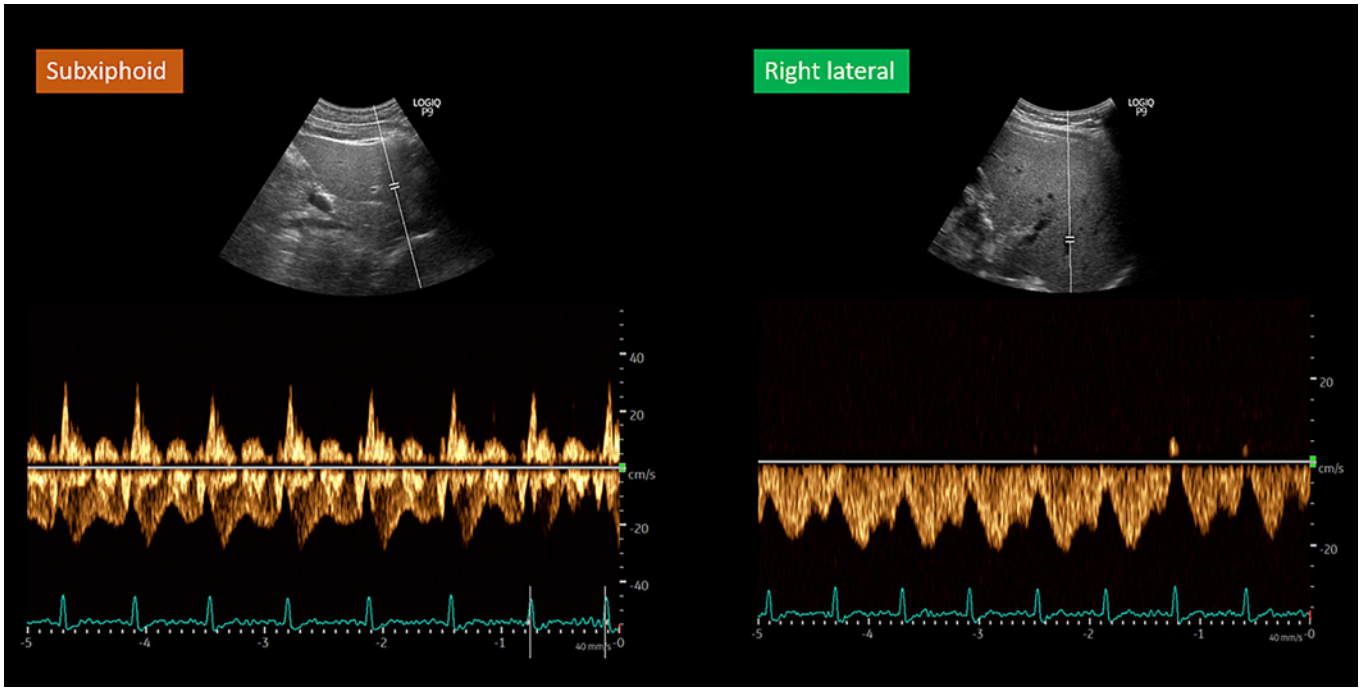
Figuras. 6.Interpretación del Doppler de vena hepática en ausencia y presencia de ECG.aSin ECG, la forma de onda se interpreta incorrectamente como S < D (lo que indica una congestión leve), mientras que en realidad muestra S > D (normal) con un componente S1 prominente (que refleja relajación auricular).bSin ECG, la forma de onda parece "clásica" con S > D (normal), pero la adición de ECG revela un patrón S < D con una onda V prominente (lo que sugiere una congestión leve o una excursión reducida del ventrículo derecho).

Este plano muestra una correlación pobre con el de la ventana subxifoidea [21 , 22]. Dicho esto, si logramos adquirir una visión transversal de la VCI desde el aspecto lateral y observamos un vaso circular y pletórico, los diámetros lateral y anteroposterior se correlacionarían lógicamente. En pacientes ventilados mecánicamente, la presión venosa central transducida se utiliza generalmente como sustituto de las mediciones de la VCI.

Ecografía de la vena yugular interna

El examen de las pulsaciones venosas yugulares para estimar la RAP es un método tradicional, y la POCUS es significativamente... proporcionando una mejor visibilidad del vaso y la altura de su punto de colapso en el cuello [23] (Fig. 3). La ecografía de la vena yugular interna no es un componente tradicional del VExUS y no se ha estudiado formalmente junto con los parámetros Doppler venosos. Sin embargo, como es otro vaso conectado a la aurícula derecha y por tanto refleja RAP, puede servir como una alternativa razonable en situaciones en las que la ecografía de la VCI no es factible o fiable. Por ejemplo, en la cirrosis, factores locales como la hipertrofia del lóbulo caudado o la circulación colateral pueden hacer que la ecografía de la VCI sea difícil de interpretar [24 , 25]. En un estudio que incluyó pacientes con cirrosis, la ecografía de la vena yugular interna superó a la de la vena cava inferior, prediciendo la RAP.≥8 milímetros Mejora la evaluación de la vena yugular interna (VYI) mediante Hg con una sensibilidad del 100 % y una especificidad del 97,1 %.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 7.Doppler de vena hepática del mismo paciente que demuestra claridad y artefactos reducidos cuando se adquiere desde la ventana lateral.

Curiosamente, la VCI no se visualizó bien en el 18% de los casos, lo que pone de relieve los desafíos prácticos involucrados [26]. Sin embargo, la interpretación de la ecografía de la vena yugular interna requiere precaución debido a varias advertencias, incluidas diferentes técnicas descritas en la literatura (altura de la columna, relación de aspecto, variación respiratoria, diámetro máximo, variación con la maniobra de Valsalva, etc.), susceptibilidad a la presión del transductor, ángulo de la cabeza, posición de la cabeza (por ejemplo, girar la cabeza hacia el lado contralateral de la vena yugular interna, lo que genera una falsa impresión principal de RAP elevada), variaciones en la fuerza de la respiración o Valsalva y pacientes que hablan mientras se toman las mediciones [27, 28].

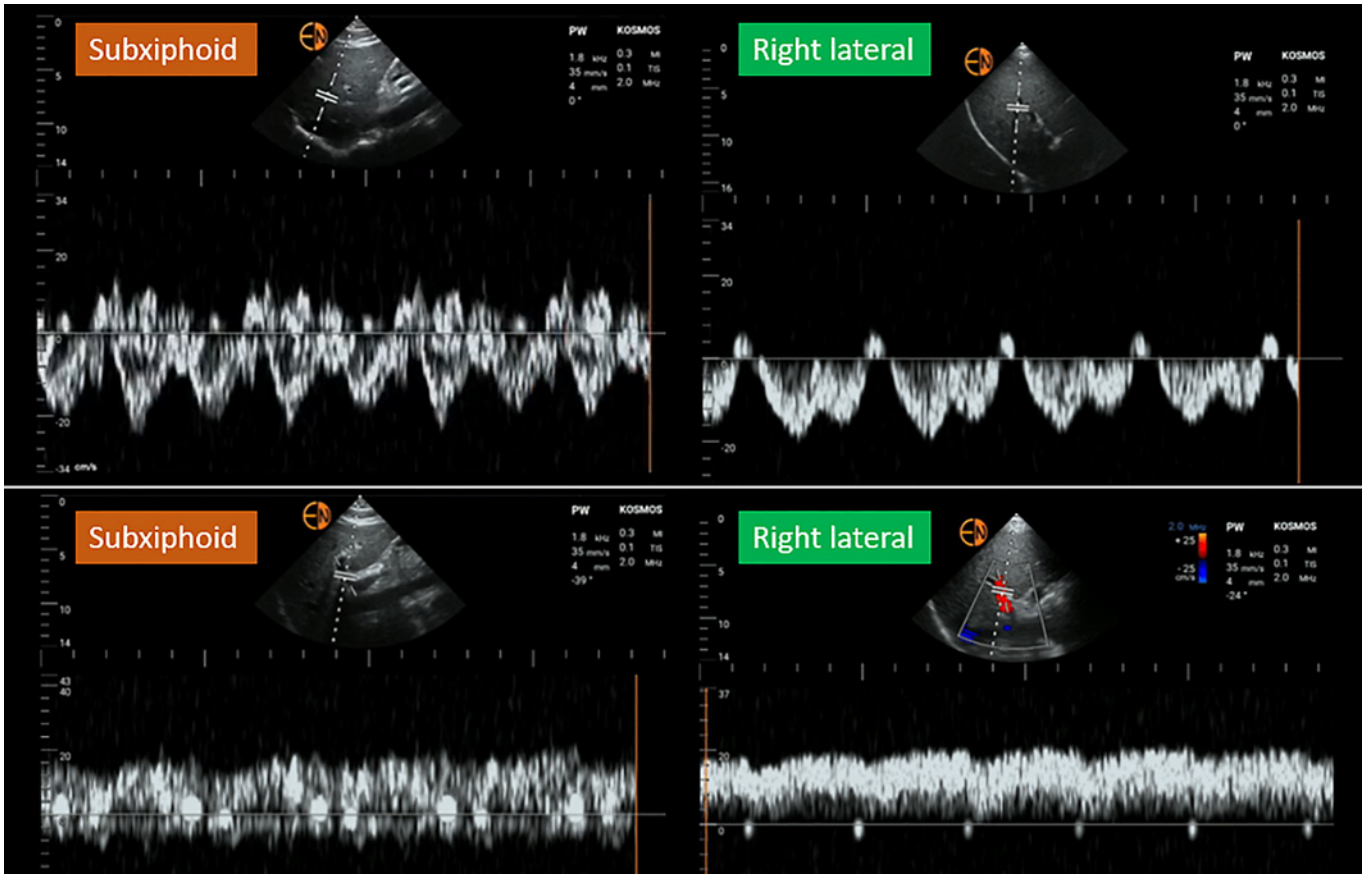
Evaluación Doppler: conceptos básicos

El efecto Doppler se refiere al cambio de frecuencia en las ondas sonoras causado por el movimiento relativo entre la fuente (glóbulos rojos) y el observador (transductor). En la ecografía, el transductor emite ondas sonoras a una frecuencia específica (frecuencia de transmisión [Ft]) y recibe los ecos. Cuando la estructura objetivo está en movimiento, la frecuencia reflejada (Fr) es diferente a la de Ft. La fórmula del desplazamiento Doppler es $2 \times Ft \times V \times \cos \theta/C$, donde V representa la velocidad del flujo sanguíneo, θ es el ángulo de insonación (el ángulo entre el haz de ultrasonido y el flujo sanguíneo) y C es la velocidad del sonido en el tejido [29, 30]. Es crucial entender que θ es la variable en este ecuación, mientras que los demás factores permanecen relativamente constantes. En un ángulo de insonación de 90° (perpendicular al vaso sanguíneo), el desplazamiento Doppler es 0 (cos 90 = 0). Por el contrario, en un ángulo de 0° (paralelo al vaso), se produce el desplazamiento Doppler máximo, lo que indica una detección de flujo óptima (cos 0 = 1). En esencia, durante un estudio Doppler, se deben realizar esfuerzos para alinear el vaso sanguíneo lo más cerca posible en paralelo al haz de ultrasonido, siempre que sea anatómicamente factible. La máquina de ultrasonido generalmente incluye una función de corrección del ángulo para ayudar con esto.

El Doppler color proporciona información sobre dos aspectos: la presencia de flujo y su dirección. No proporciona detalles cuantitativos como la velocidad exacta ni permite el análisis de la forma de onda. En esta técnica, cuando el flujo sanguíneo se aleja del transductor, la Fr es menor que la Ft y este cambio se representa como un color azul. Por el contrario, cuando el flujo se dirige hacia el transductor, Fr es mayor que Ft y el desplazamiento se representa como un color rojo (Fig. 4a).

El Doppler de onda pulsada es similar en principio al Doppler color, pero proporciona una representación gráfica de la velocidad de la sangre en una ubicación particular a lo largo del tiempo. Al activar esta función se revela en la pantalla una línea Doppler con una apertura llamada volumen de muestra. Colocando el volumen de muestra en el recipiente deseado se permite la visualización de la forma de onda espectral. La forma de onda se muestra encima de la línea base.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 8.Trazados de la vena hepática y porta del mismo paciente que demuestran claridad y menos artefactos cuando se adquieren desde la ventana lateral.

cuando el flujo se dirige hacia el transductor y por debajo de la línea de base cuando el flujo se aleja del transductor (Fig. 4b). La evaluación VExUS se basa en un análisis de forma de onda "cualitativo", que tiene en cuenta factores como la amplitud relativa y la pulsatilidad, en lugar de las velocidades absolutas. Esto reduce la dependencia del ángulo de insonación, lo que proporciona flexibilidad para los usuarios del punto de atención que pueden tener poco tiempo y no poder ajustar el ángulo.

Evaluación Doppler: Perlas y trampas

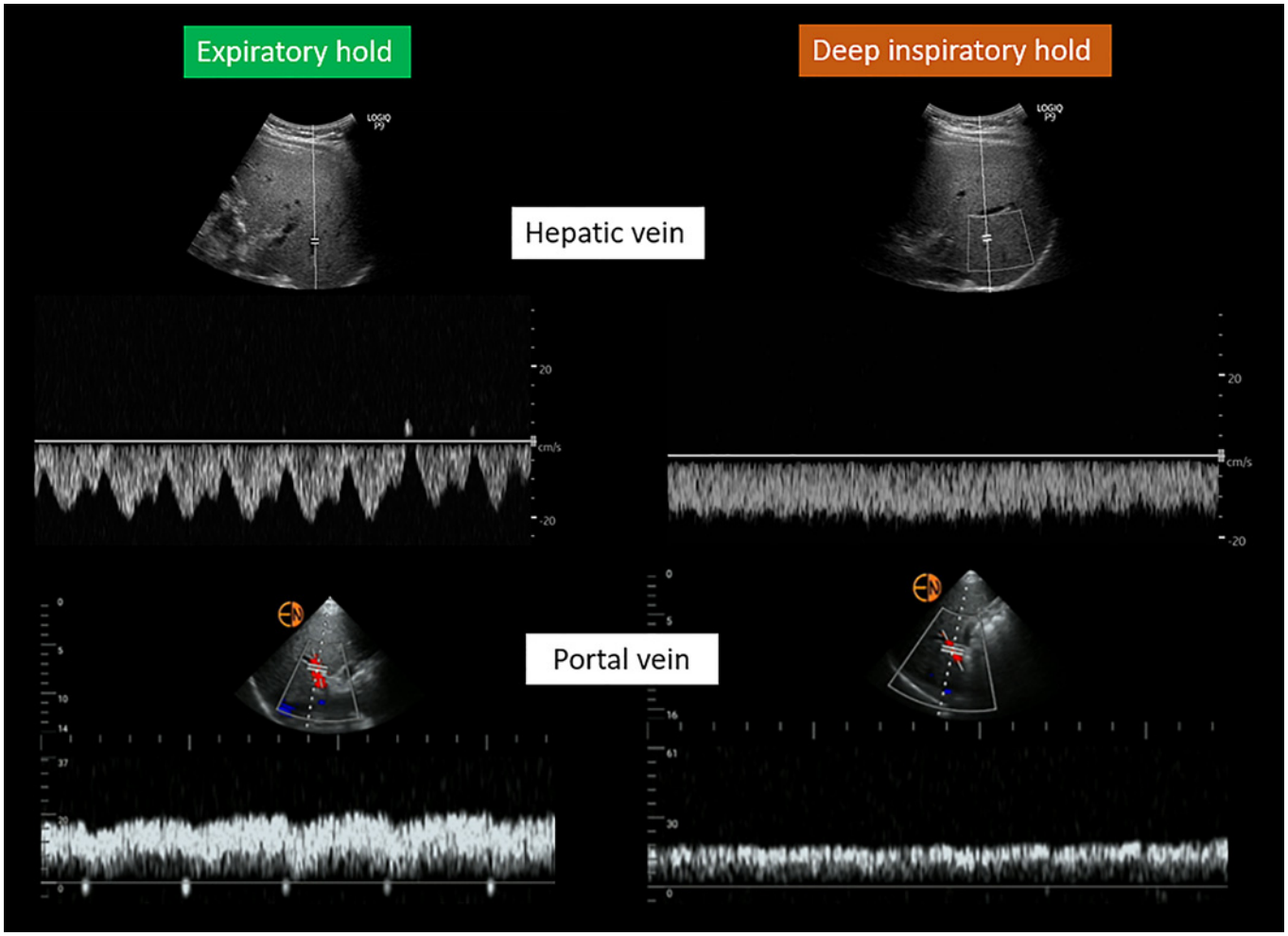
Electrocardiograma simultáneo

Mostrar un trazo de electrocardiograma (ECG) junto con la forma de onda Doppler ayuda a identificar las fases del ciclo cardíaco. La mayoría de las máquinas de ultrasonido basadas en carrito tienen un puerto dedicado para conectar un módulo de ECG de 3 derivaciones. Esto es particularmente crucial al interpretar las formas de onda de la vena hepática, lo que implica la comparación de las amplitudes relativas de las ondas sistólica (S) y diastólica (D). Sin un ECG, distinguir con precisión entre S y D, por muy clásico que sea el trazo Doppler Parece que no es posible. La onda S sigue a la onda R del ECG, la onda D sigue a la onda T y la onda A sigue a la onda P. Esto también es beneficioso en casos de arritmias donde las formas de onda de la vena hepática se alteran debido a trastornos del ritmo en lugar de una RAP elevada [7, 31]. Las figuras 5 y 6 ilustran algunos ejemplos comunes en los que las formas de onda de la vena hepática pueden identificarse erróneamente sin un ECG. En el caso de las venas parenquimatosas renales, dado que el trazo arterial suele acompañar a la onda venosa, funciona como un ECG incorporado, lo que facilita la identificación de las fases del ciclo cardíaco. En los casos en que se obtiene el flujo venoso renal sin una forma de onda arterial, un trazado de ECG sigue siendo útil.

Ventana ecográfica

La elección de la ventana ecográfica para la evaluación Doppler juega un papel en la calidad de las formas de onda obtenidas, influenciada por factores anatómicos como la interferencia del gas intestinal, el segmento del vaso en la imagen y los afluentes que se unen a la vena. En nuestra experiencia, nosotros

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 9.Retención inspiratoria profunda de las formas de onda de la vena hepática y porta: la forma de onda de la vena hepática está completamente atenuada, sin ondas S y D discernibles. De igual forma, la vena porta también se vuelve más roma, perdiendo sus ondulaciones habituales, aunque menos pronunciadas que en la vena hepática.

Se observó que el uso de la ventana ecográfica lateral derecha (colocando el transductor en la línea axilar media posterior derecha) produjo mejores imágenes en términos de definición en comparación con la ventana subxifoidea al obtener imágenes de las venas hepáticas y porta (Fig. 7, 8). Además, la ventana lateral ofrece un segmento más largo de las venas hepática y porta, manteniendo el volumen de la muestra Doppler dentro del vaso durante los movimientos respiratorios.

Fase respiratoria

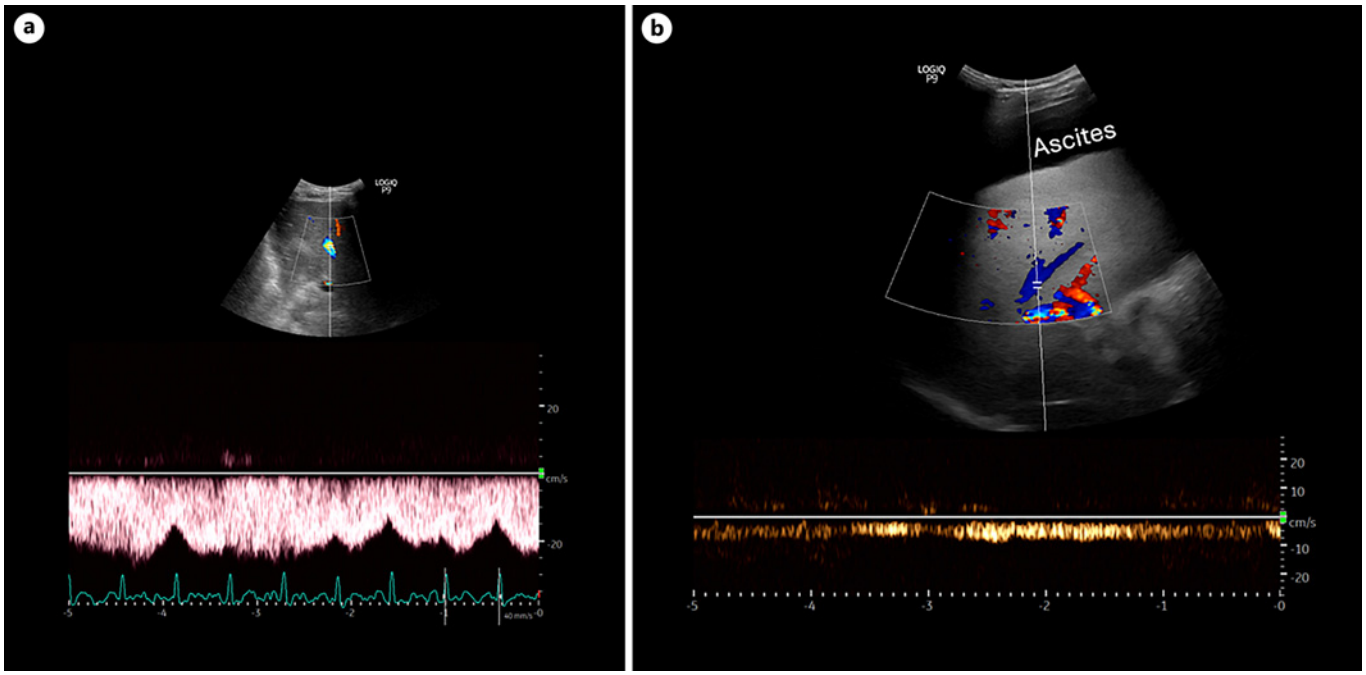
En general, al monitorear los parámetros hemodinámicos centrales, las mediciones se toman al final de la espiración para mitigar la influencia de las presiones pleurales e intratorácicas. Este principio también se aplica a VExUS. A los pacientes capaces de seguir instrucciones se les solicita que contengan la respiración al final de la espiración, si es posible. Si respiras-

Si no es posible mantener la respiración, se realiza una evaluación Doppler durante la respiración y se intenta capturar una forma de onda ininterrumpida durante tres o más ciclos cardíacos para evitar malas interpretaciones debido a interrupciones. Por el contrario, debe evitarse la retención al final de la inspiración, ya que a menudo produce un embotamiento de las formas de onda, más evidente en la vena hepática. Este embotamiento puede ocurrir debido a una combinación del efecto de succión que mejora el llenado del ventrículo derecho y posiblemente aumenta la presión intraabdominal si el paciente realiza involuntariamente una maniobra de Valsalva (Fig. 9).

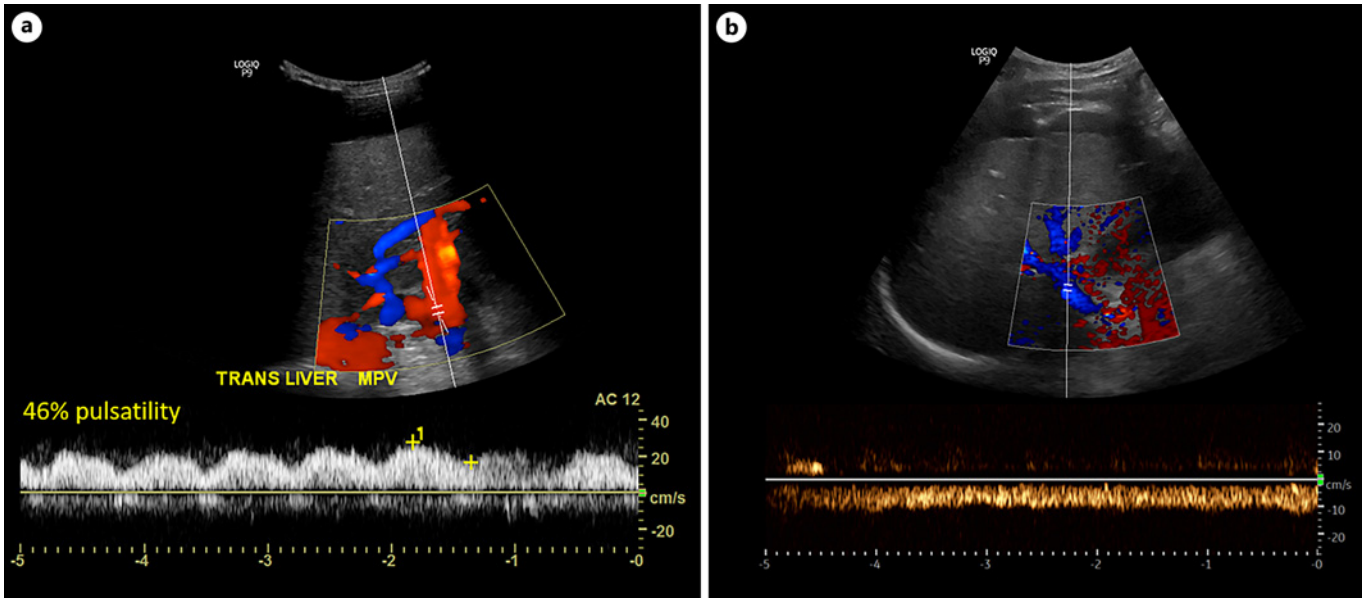
Enfermedad hepática y renal

En pacientes con enfermedad hepática, las anomalías basales en las formas de onda de la vena hepática y porta pueden atribuirse a alteraciones estructurales locales. Una proporción significativa de

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

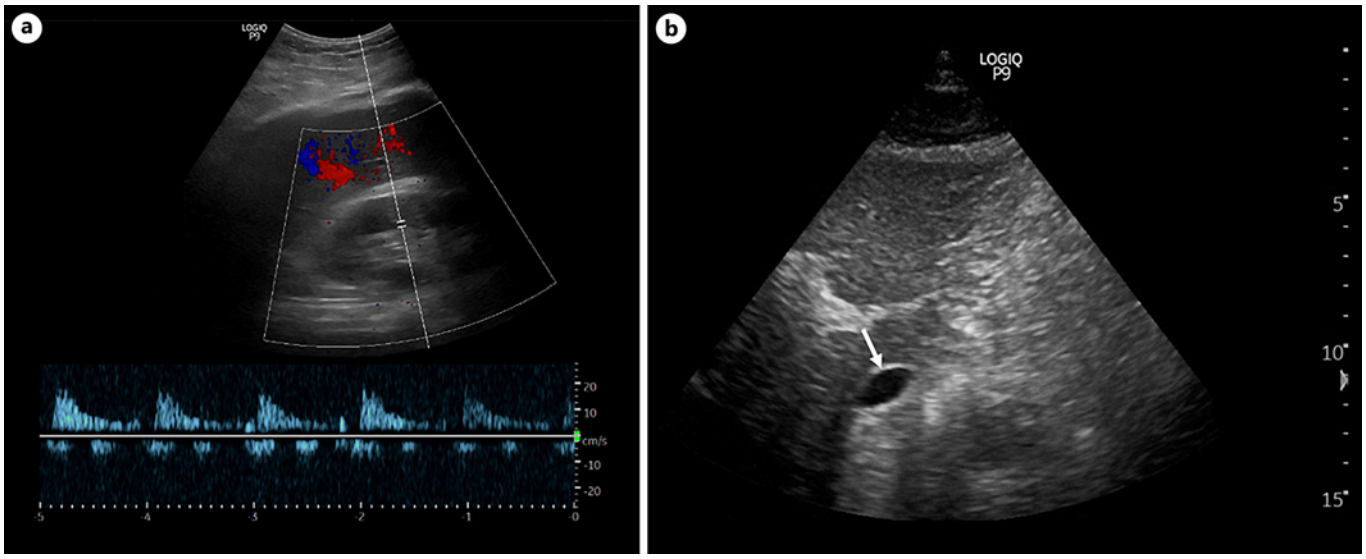


Figuras. 10.Imágenes Doppler que demuestran (a)una forma de onda de la vena hepática embotada en un caso de cirrosis, (b)una forma de onda de la vena hepática embotada con baja velocidad en un caso de ascitis tensa e hipertensión intraabdominal (si bien no se debe confiar únicamente en las velocidades absolutas cuando el ángulo de insonación no está optimizado, en este caso, parece aceptable).

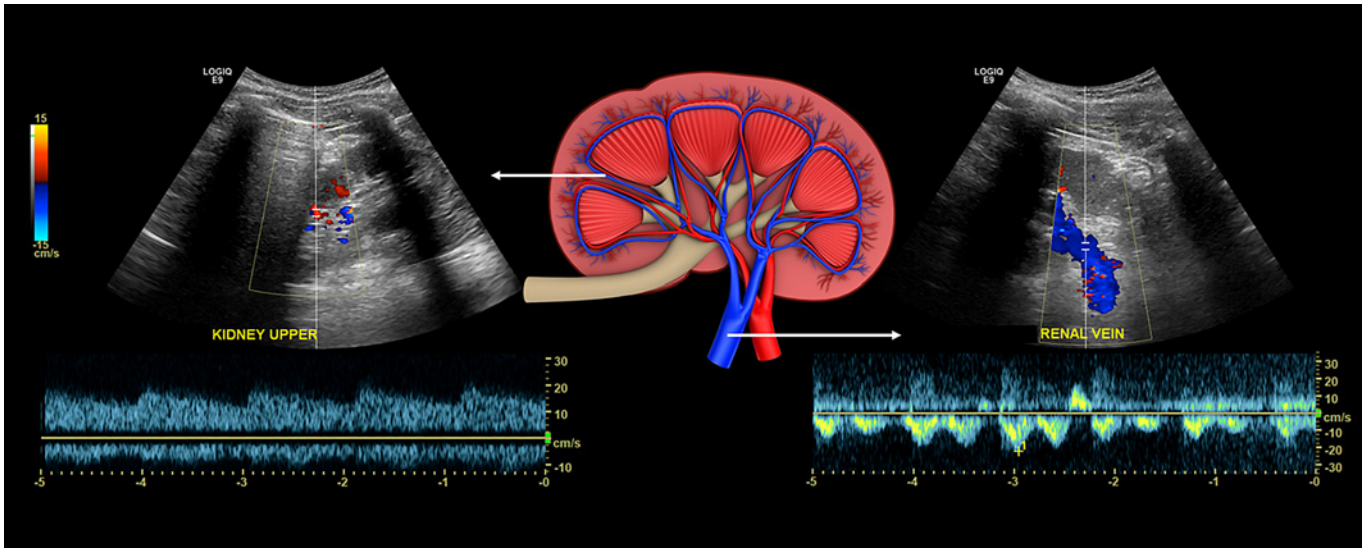


Figuras. 11.Imágenes Doppler que demuestran (a)una vena porta ligeramente pulsátil y (b)de la forma de onda invertida de la vena porta en dos pacientes con hipertensión portal.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



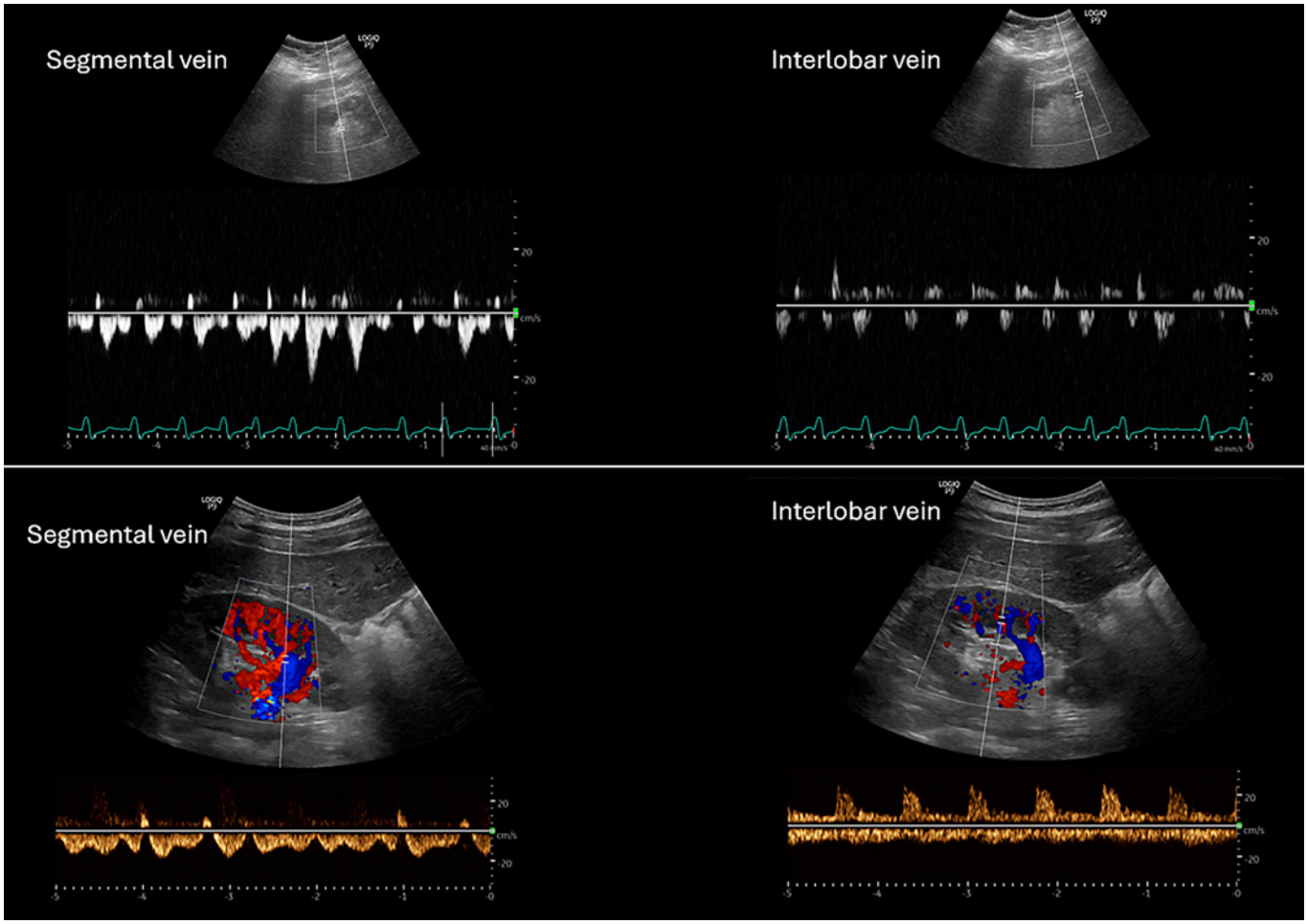
Figuras. 12.Imágenes de ultrasonido obtenidas de un paciente con enfermedad renal crónica que muestran (a)una forma de onda parenquimatosa renal bifásica interrumpida y (b)Una VCI pequeña y elíptica en el eje corto (flecha) sugestiva de RAP normal.



Figuras. 13.Imágenes Doppler que muestran formas de onda normales de la vena renal principal e interlobar. La vena renal principal suele ser pulsátil al inicio del estudio. Ilustración de riñón con licencia de Shutterstock.

Los pacientes con cirrosis y esteatosis presentan una forma de onda de la vena hepática embotada con pérdida de fase [32 , 33]. Además, los pacientes con presión abdominal aumentada, como aquellos con ascitis tensa, también pueden mostrar una forma de onda de la vena hepática embotada con baja velocidad (Fig. 10). Asimismo, las formas de onda de la vena porta en estos pacientes pueden ser pulsátiles, demuestran flujo hepatofugal completo con respecto a las formas de onda de la vena parenquimatosa renal, no tienen (onda continua por debajo de la línea de base) o permanecer aparentemente normales en presencia de RAP elevada [34, 35] (Fig. 11). Puede ser útil la comparación con una ecografía reciente cuando esté disponible. Sin embargo, la cirrosis no niega completamente la utilidad de estas formas de onda, ya que su relevancia en tales casos ha sido documentada [36]. Re-

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



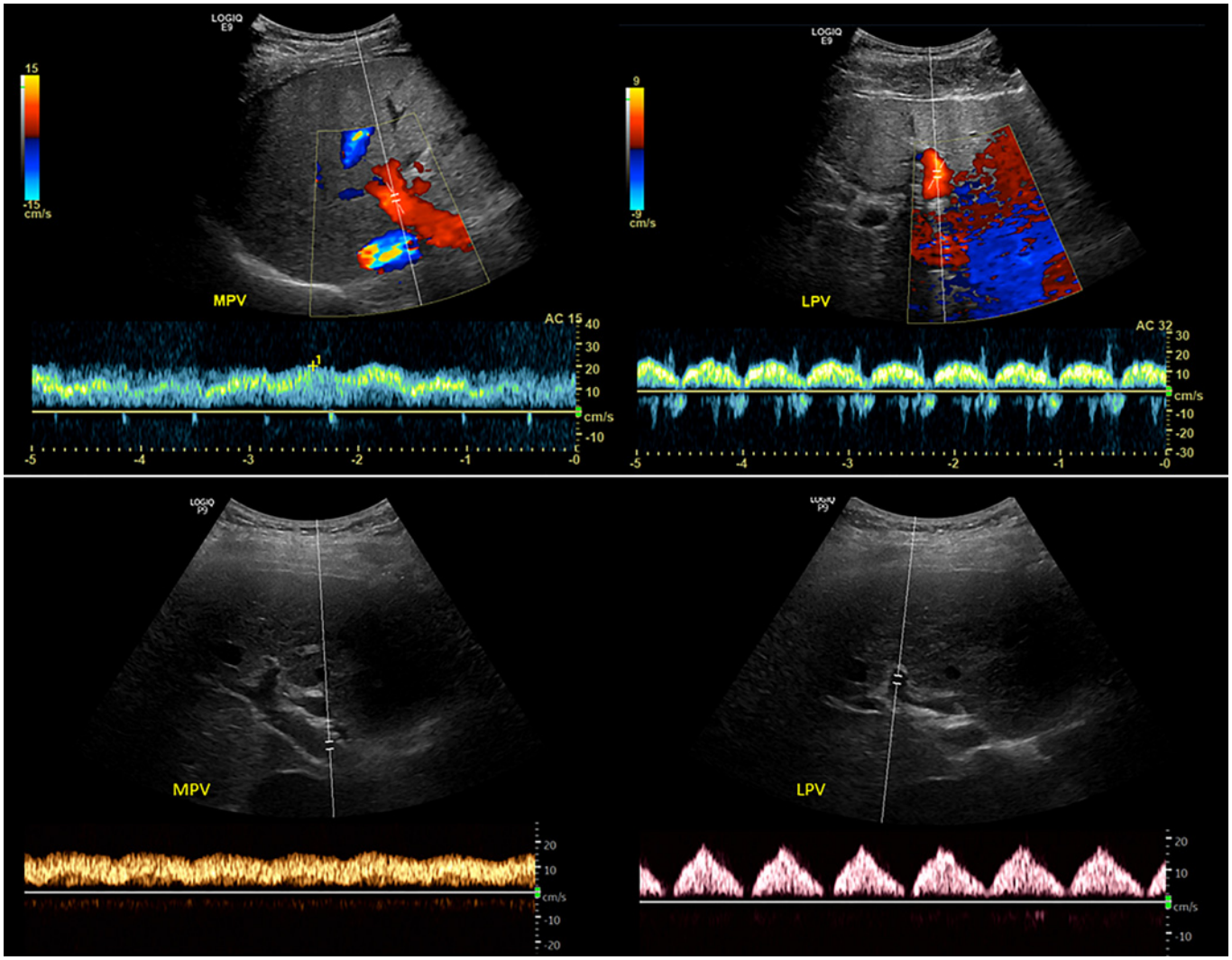
Figuras. 14.En el panel superior, la forma de onda segmentaria es bifásica con ondas sistólicas y diastólicas distinguibles (lo que indica una congestión leve), mientras que la vena interlobar exhibe un patrón monofásico con una interrupción prolongada del flujo (lo que indica una congestión grave). El panel inferior muestra una vena segmentaria de aspecto relativamente pulsátil y una forma de onda de vena interlobar continua (normal).

Se ha estudiado ampliamente en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada. En nuestra práctica, hemos observado formas de onda pulsátiles en algunos pacientes con enfermedad renal crónica en estadio IV y V que no presentan congestión (fig. 12). Este fenómeno podría reflejar un problema local, como fibrosis intersticial y atrofia tubular.

Sitio de muestreo Doppler

Las venas hepáticas medias o derechas, la vena porta principal y las venas interlobares renales se evalúan comúnmente durante el examen VExUS [4 , 7 , 37]. Es fundamental tener en cuenta que no se deben muestrear las venas renales principales porque suelen ser pulsátiles en condiciones normales. Los vasos interlobares se seleccionan porque están situados dentro del parénquima y potencialmente reflejan el impacto del edema intersticial y la presión intrarrenal en la perfusión renal (Fig. 13, 14). Si bien también se pueden considerar las venas arqueadas, éstas plantean desafíos debido a su menor tamaño y su ángulo de insonación desfavorable. Respecto a la lateralidad del Doppler renal, generalmente se prefiere el riñón derecho debido a la posibilidad teórica de que la fasicidad de la vena renal izquierda pueda estar disminuida debido al atrapamiento entre la aorta abdominal y la arteria mesentérica superior. Además, las venas gonadales izquierdas drenan en la vena renal izquierda, lo que, en casos raros de varicosis ovárica o testicular, podría afectar el flujo venoso renal [38]. En la práctica clínica, si no es posible obtener imágenes adecuadas de los vasos renales derechos, se intenta tomar una muestra del riñón izquierdo. Aunque cada una de las tres venas hepáticas (derecha, media e izquierda) y varios segmentos de la vena porta suelen producir trazados similares, puede haber casos de formas de onda discordantes, que deben interpretarse en el contexto clínico relevante [39]. Figura 15

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 15.Los paneles superior e inferior muestran formas de onda discordantes entre la vena porta principal (MPV) y la vena porta izquierda (LPV) en dos pacientes distintos.

Ilustra dos casos en los que la vena porta principal parecía normal, pero la rama izquierda de la vena porta exhibió una pulsatilidad significativa. En ambos casos, la forma de onda de la vena esplénica se correlacionó con la vena porta principal y la forma de onda de la vena hepática fue casi normal.

Escala Doppler

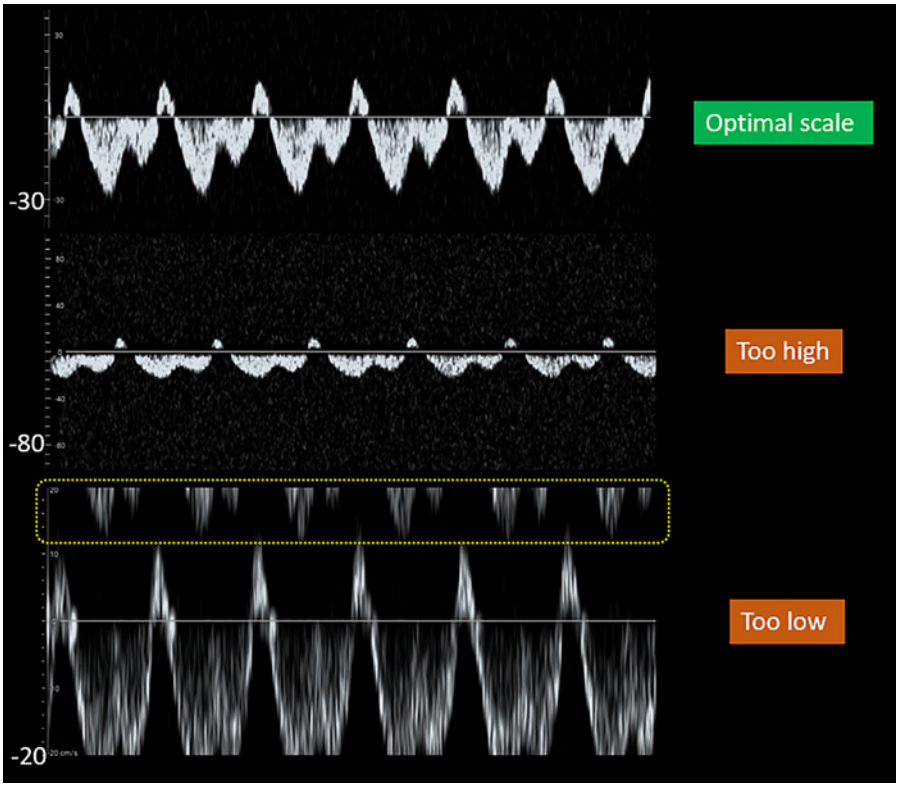
Si la escala Doppler está configurada demasiado alta para un lecho vascular específico, es posible que no se detecte el flujo de color, lo que genera una suposición falsa de flujo reducido o trombosis. En el Doppler de onda pulsada, esto produce una forma de onda de baja amplitud, lo que dificulta las evaluaciones cualitativas sutiles. Por el contrario, si la escala se establece demasiado baja, se produce un efecto alias, que se manifiesta como una mezcla de colores en el Doppler color.

sugiriendo falsamente un flujo turbulento de alta velocidad que imita la estenosis. En la técnica Doppler de ondas pulsadas, las porciones superiores de las ondas se truncan y se muestran en el lado opuesto de la línea base (Fig. 16). Recomendamos una configuración de escala de aproximadamente 40 cm/s cuando se muestrean las venas hepáticas y porta y de 20 cm/s cuando se muestrean las venas parenquimatosas renales, ajustándola según sea necesario.

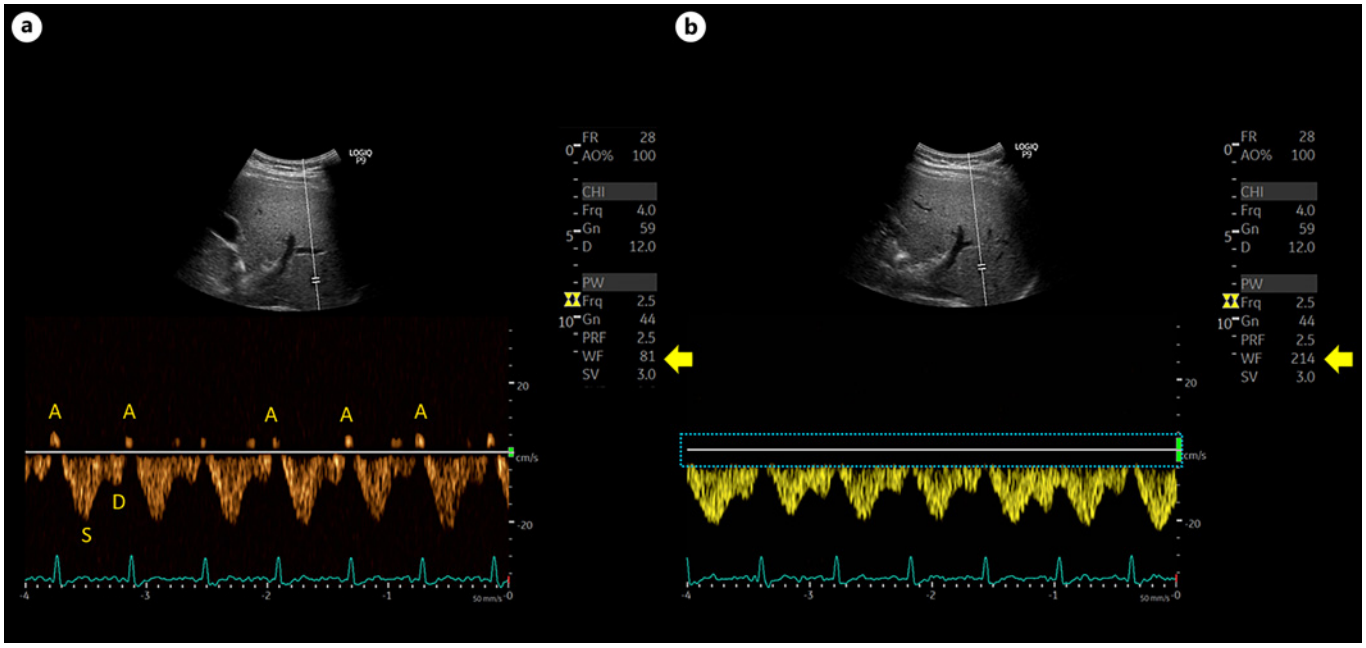
Filtro de pared

Esta es otra configuración que los usuarios de VExUS deben tener en cuenta. Los filtros de pared están diseñados para eliminar selectivamente los cambios de frecuencia por debajo de un umbral específico, con el objetivo de eliminar el ruido causado por el movimiento de la pared del vaso y el tejido circundante. Sin embargo, la máquina de ultrasonido no puede

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

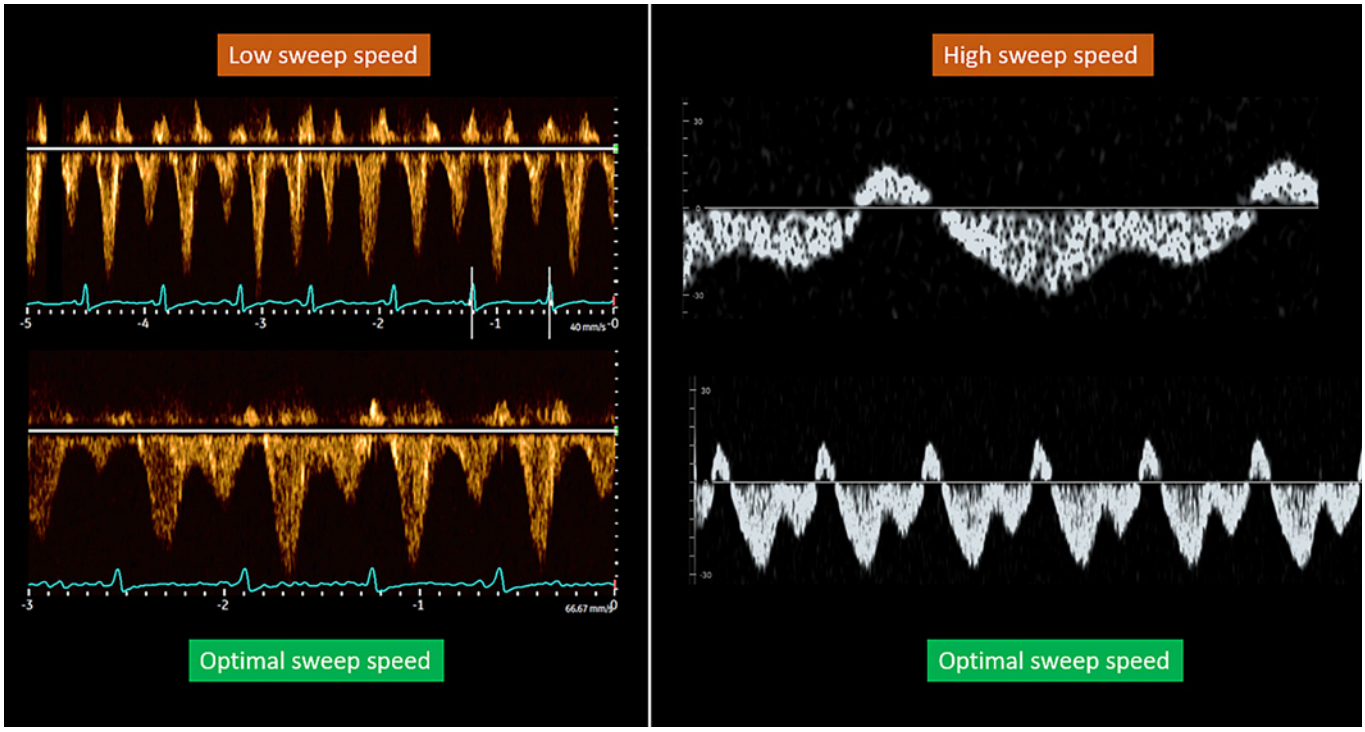


Figuras. dieciséis.Formas de onda Doppler de la vena hepática capturadas utilizando tres configuraciones de escala distintas. El cuadro amarillo resalta el segmento truncado de la forma de onda que se muestra en el lado opuesto de la línea base (aliasing).

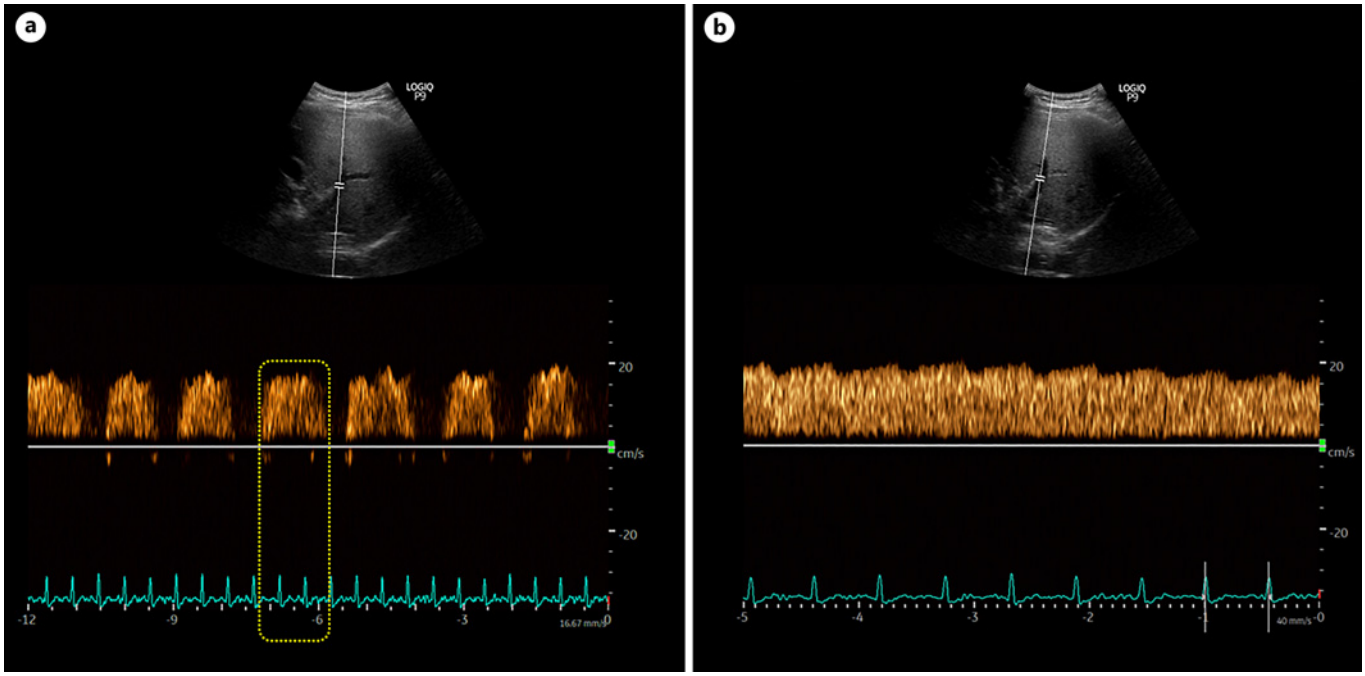


Figuras. 17.Configuración del filtro de pared (WF): (a)entorno apropiado, (b)WF excesivamente alto, filtrando las ondas A.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

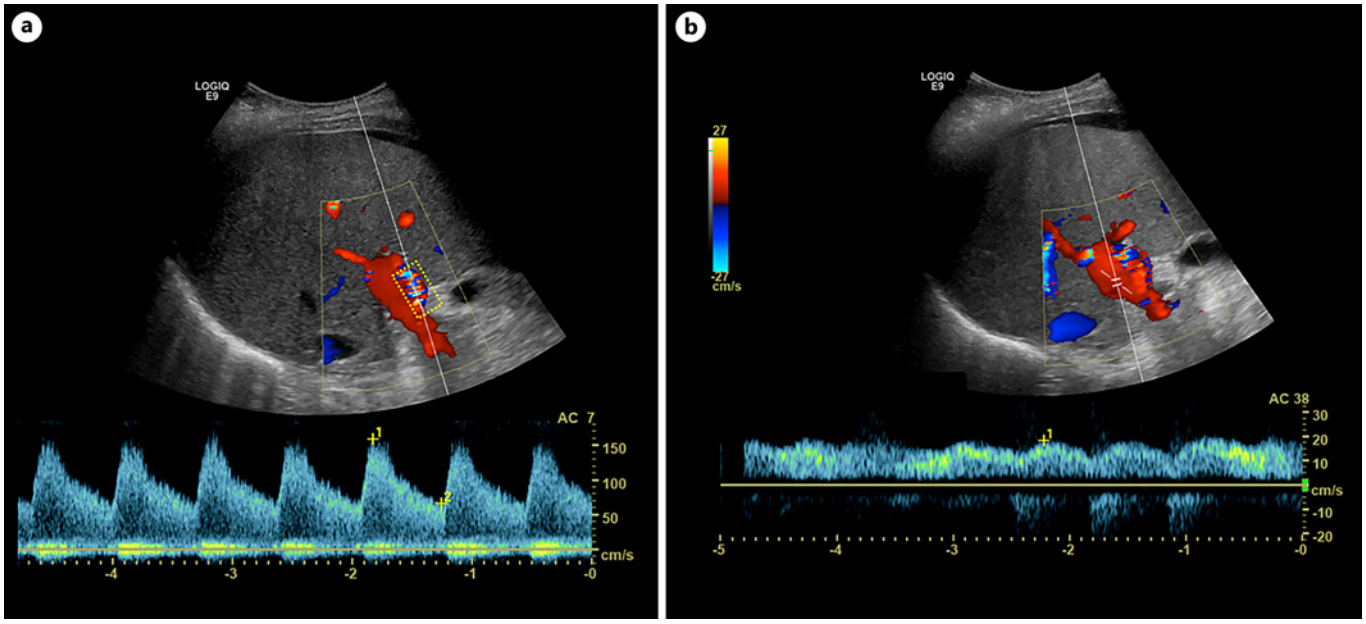


Figuras. 18.Forma de onda de la vena hepática en dos pacientes diferentes obtenida con diferentes velocidades de barrido Doppler.

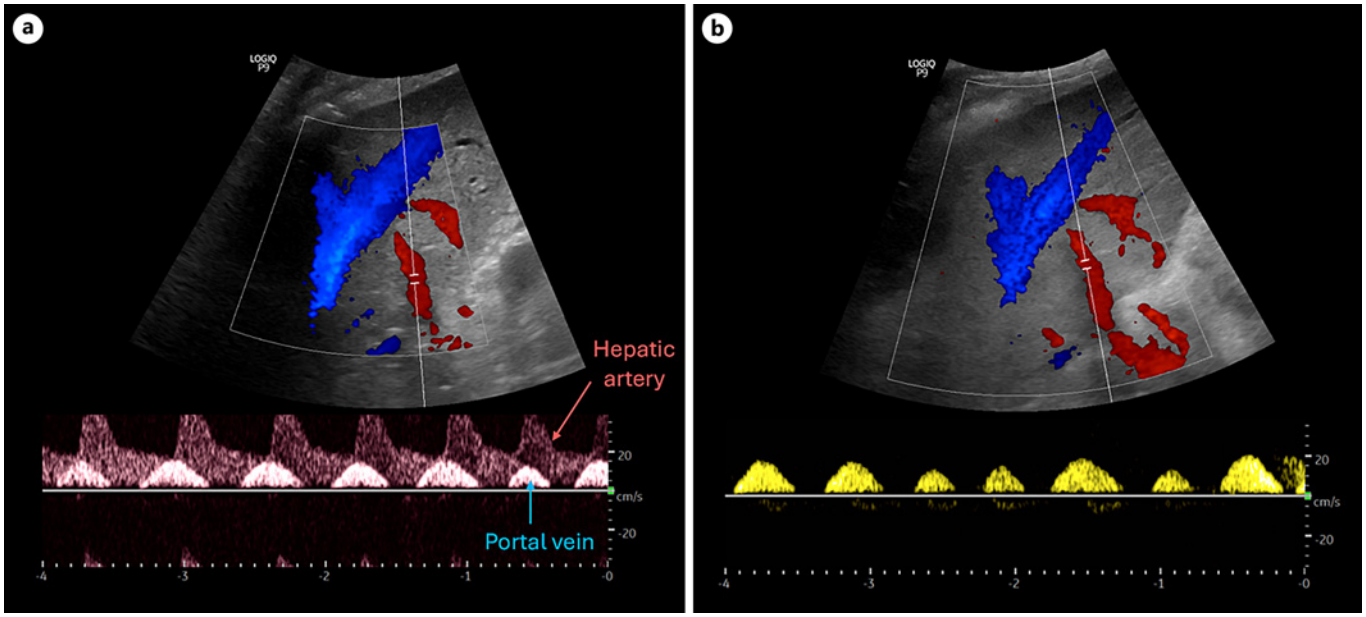


Figuras. 19.Doppler de la vena porta que demuestra (a)pseudopulsatilidad con interrupciones del flujo debido a los movimientos respiratorios. La forma de onda es continua a lo largo de tres ciclos cardíacos consecutivos (recuadro amarillo).bForma de onda normal obtenida después de la retención espiratoria en el mismo paciente.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 20.Formas de onda Doppler de la (a)arteria hepática y vena porta principal obtenidas del mismo paciente (b).

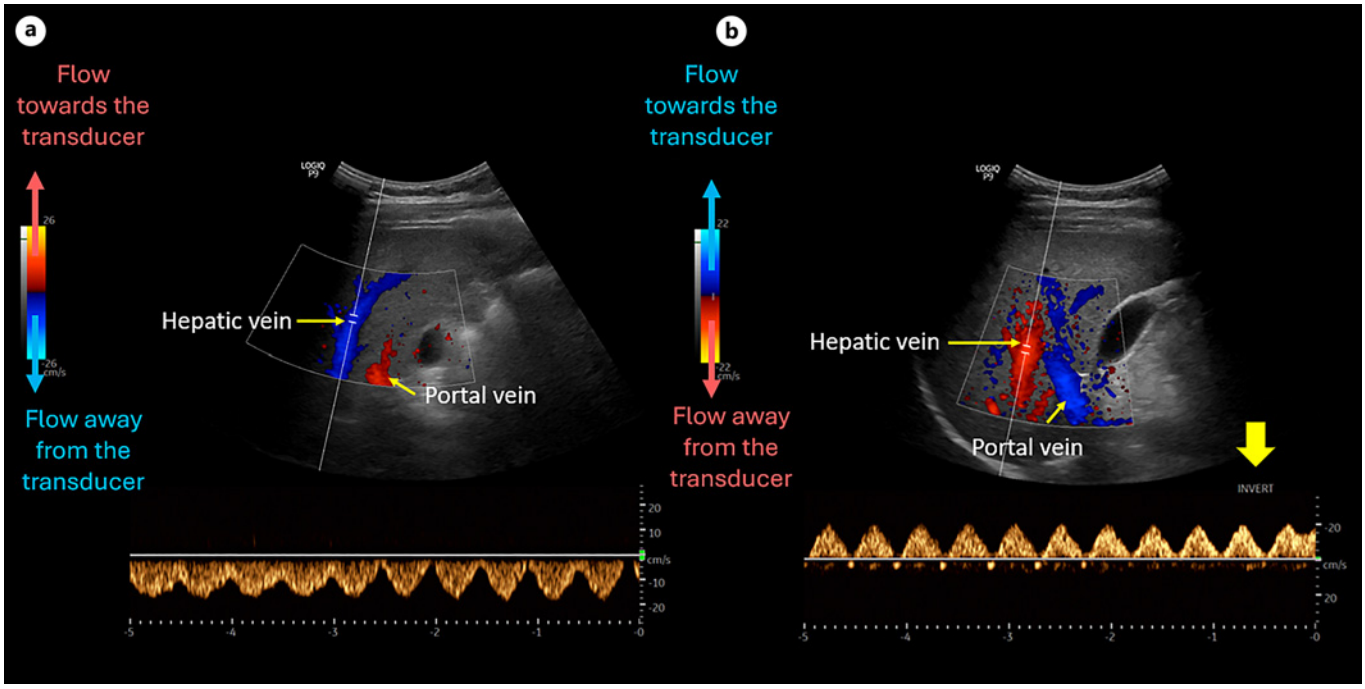


Figuras. 21.Forma de onda pulsátil de la vena porta con (a)y sin (b)Trazo de la arteria hepática al fondo.

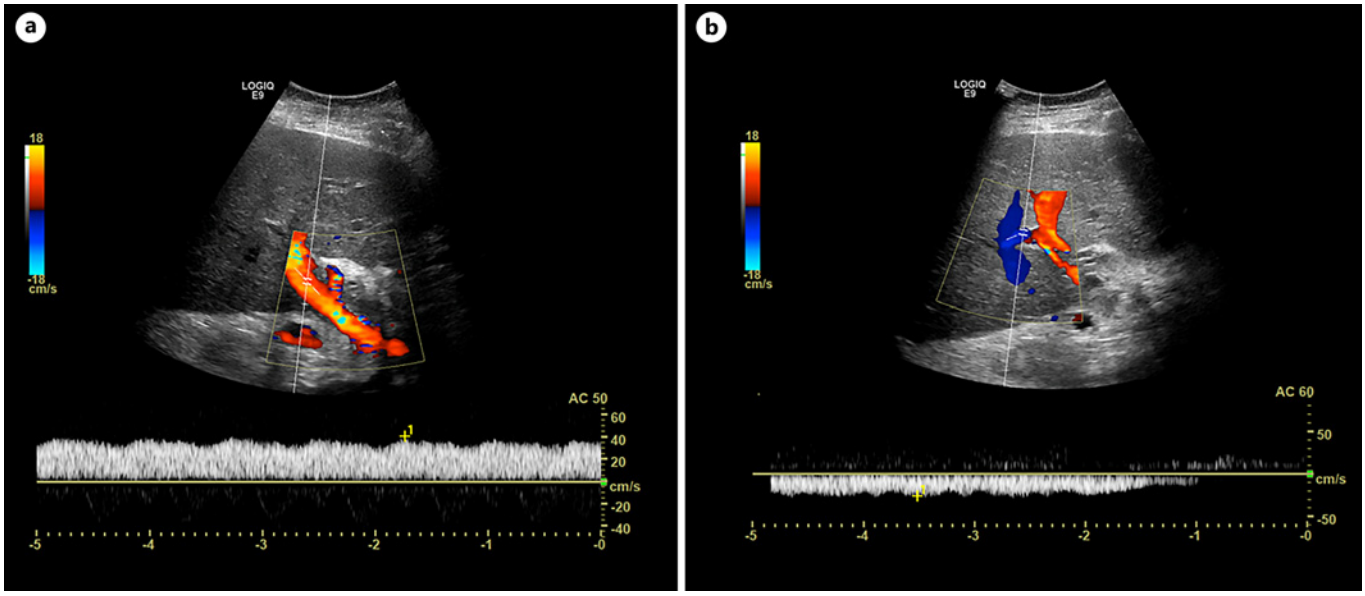
Diferenciar entre los desplazamientos Doppler de baja frecuencia. Una situación similar puede ocurrir con la vena porta, donde los que se originan de la sangre de movimiento lento y los que provienen de movimiento del tejido. Como resultado, ambos tipos de cambios de baja frecuencia se eliminarán cuando se elija una configuración de filtro alta [40]. La figura 17 ilustra una imagen donde las ondas A hepáticas se filtran debido a una configuración de filtro de pared alta. A

Es posible que no se detecte una inversión del flujo por debajo de la línea base. Esto es especialmente relevante cuando se utiliza un transductor de matriz en fase en el ajuste preestablecido cardíaco para realizar VExUS, ya que algunas máquinas tienden a tener un filtro de pared alta predeterminado. Aunque esto se puede ajustar manualmente, recomendamos

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

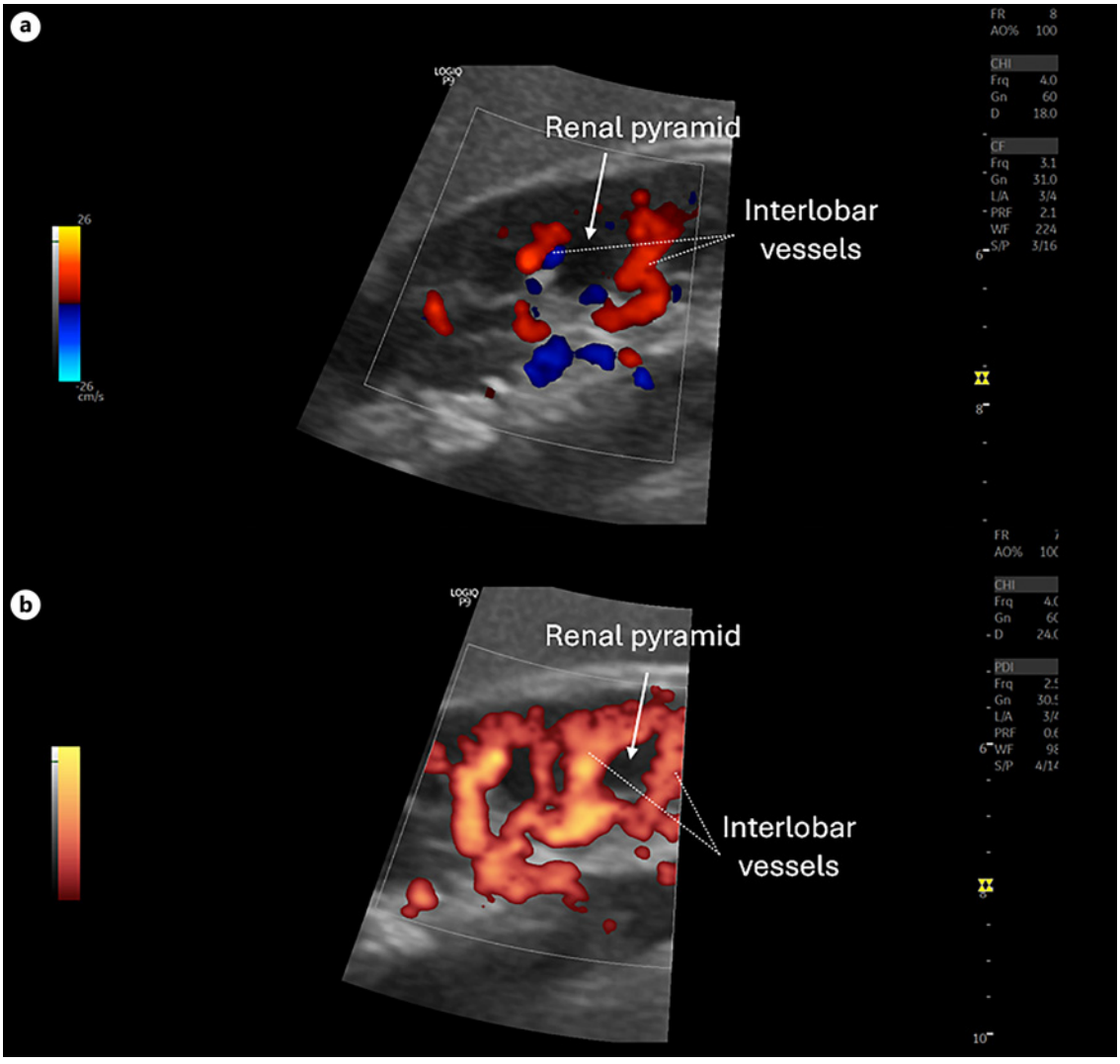


Figuras. 22.Doppler de vena hepática sin (a)y con (b)inversión de escala. En este caso, el paciente presentó ondas S y D fusionadas debido a taquicardia, lo que resultó en una forma de onda simétrica que podría imitar aún más la pulsatilidad portal cuando se muestra por encima de la línea de base.



Figuras. 23.Forma de onda Doppler normal de la (a)vena porta principal y (b)su rama derecha obtenida del mismo paciente. Tenga en cuenta que el flujo en la vena porta derecha se aleja del transductor debido a la anatomía.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 24.Imágenes ampliadas del riñón derecho que muestran (a)color y (b)Identificación mediante Doppler de potencia de los vasos interlobares.

utilizando un transductor curvilíneo siempre que sea posible para ahorrar tiempo, siempre que el equipo de ultrasonido permita realizar ECG con él.

Velocidad de barrido Doppler

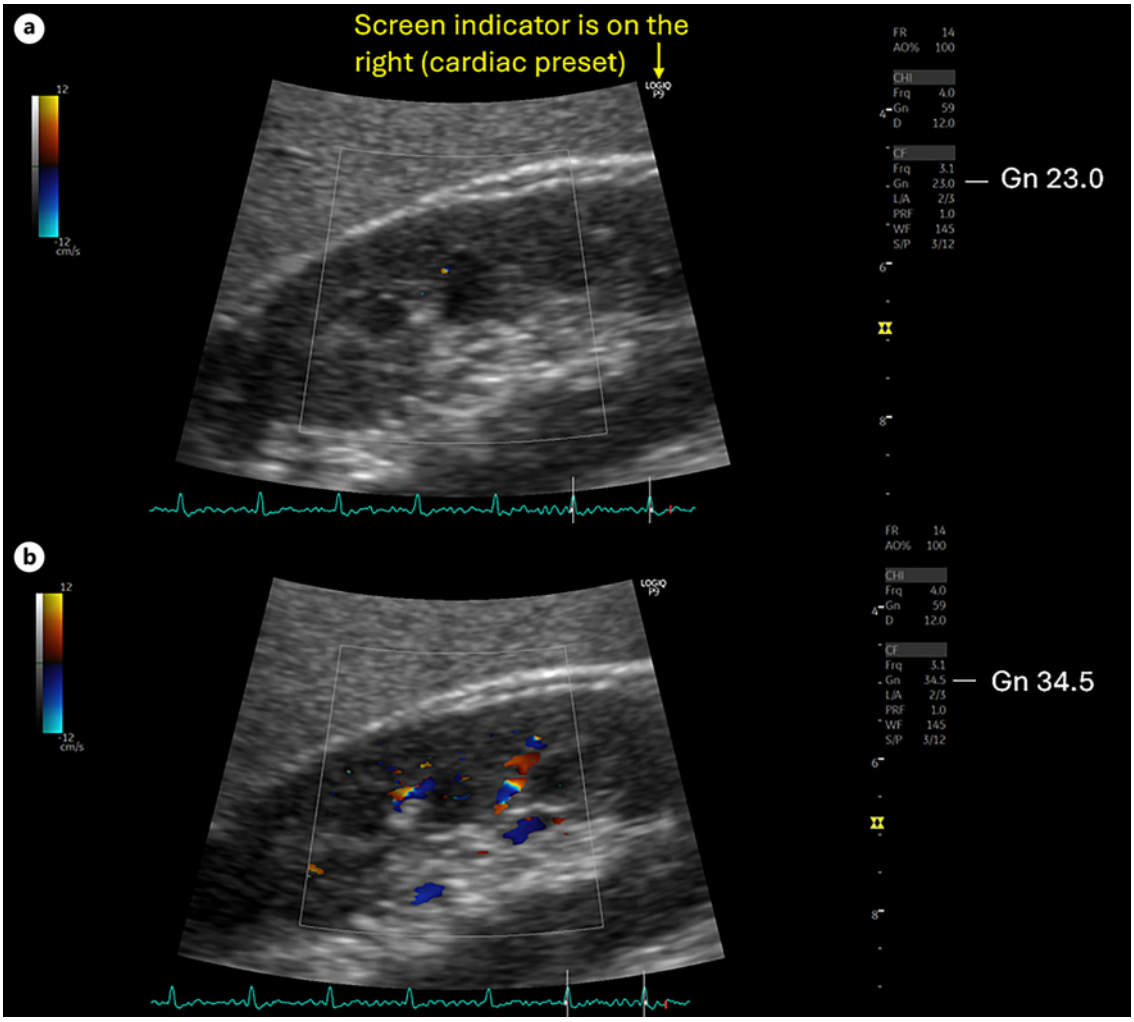
La velocidad de barrido indica el ritmo de desplazamiento del espectro Doppler. Una velocidad de barrido reducida muestra más ciclos cardíacos en un trazo Doppler, mientras que una velocidad de barrido más alta incluye menos ciclos cardíacos. Básicamente, tener menos ciclos cardíacos da como resultado un espectro Doppler más amplio, lo que facilita la medición precisa de la velocidad o el rastreo de la envoltura de la forma de onda. Por el contrario, mostrar más ciclos cardíacos estrecha el espectro Doppler, lo que resulta ventajoso al evaluar la función respiratoria.

variaciones. En ecocardiografía, se emplean velocidades de barrido más altas (100 mm/s) de forma predeterminada [41], pero para fines de VExUS donde no se involucran mediciones de velocidad, recomendamos usar velocidades de barrido intermedias (por ejemplo, 50 o 66,67 mm/s) para un análisis óptimo de la forma de onda (Fig. 18).

Pseudopulsatilidad de la vena porta

Al evaluar la pulsatilidad de la vena porta, es importante tener en cuenta que estamos evaluando la pulsatilidad cardiofásica, es decir, midiendo las velocidades más altas y más bajas en cada ciclo cardíaco. A veces, las interrupciones del flujo causadas por el movimiento del volumen de muestra Doppler dentro y fuera del vaso pueden imitar la pulsatilidad, especialmente cuando

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



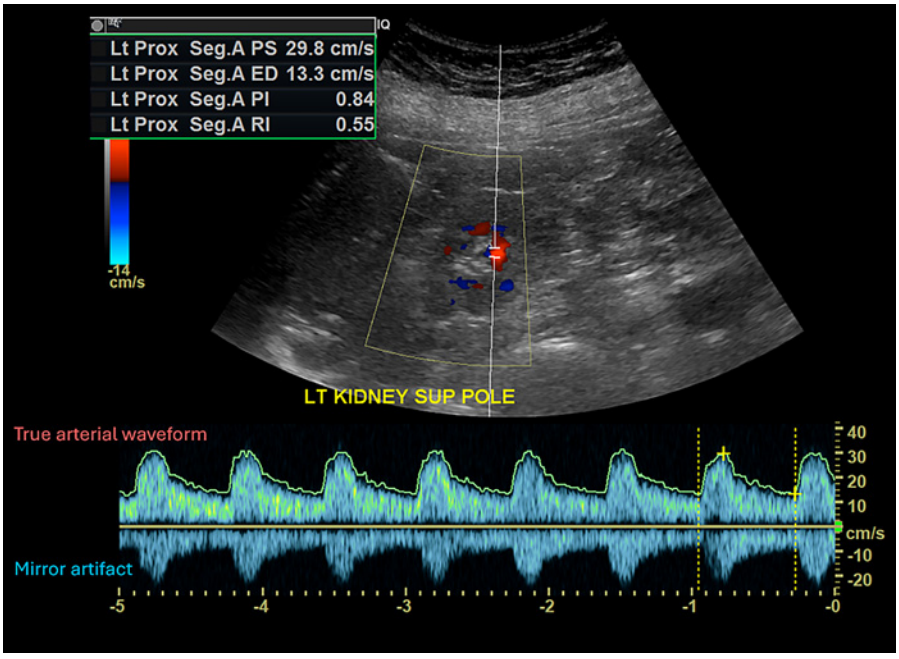
Figuras. 25.Imágenes ampliadas del riñón derecho obtenidas mediante un transductor curvilíneo en el ajuste preestablecido cardíaco que muestran (a)Flujo de color deficiente incluso a una escala inferior de 12 cm/s, y (b)Detección de flujo mejorada al aumentar la ganancia de color (Gn). Sin embargo, en comparación con la Figura 24 (abdomen preestablecido), sigue siendo subóptimo.

El ECG simultáneo no está disponible. La figura 19 ilustra un escenario en el que las interrupciones rítmicas del flujo pueden confundirse con una pulsatilidad grave de la vena porta. Sin embargo, con el ECG se puede observar que el trazo Doppler es continuo a lo largo de tres ciclos cardíacos lo que indica que no se trata de pulsatilidad cardíaca. La ilusión se acentúa aún más en este caso por una baja velocidad de barrido Doppler, que muestra más ciclos cardíacos en el cuadro, lo que hace que el espectro Doppler parezca estrecho con una presunta pulsatilidad real para un observador desprevenido.

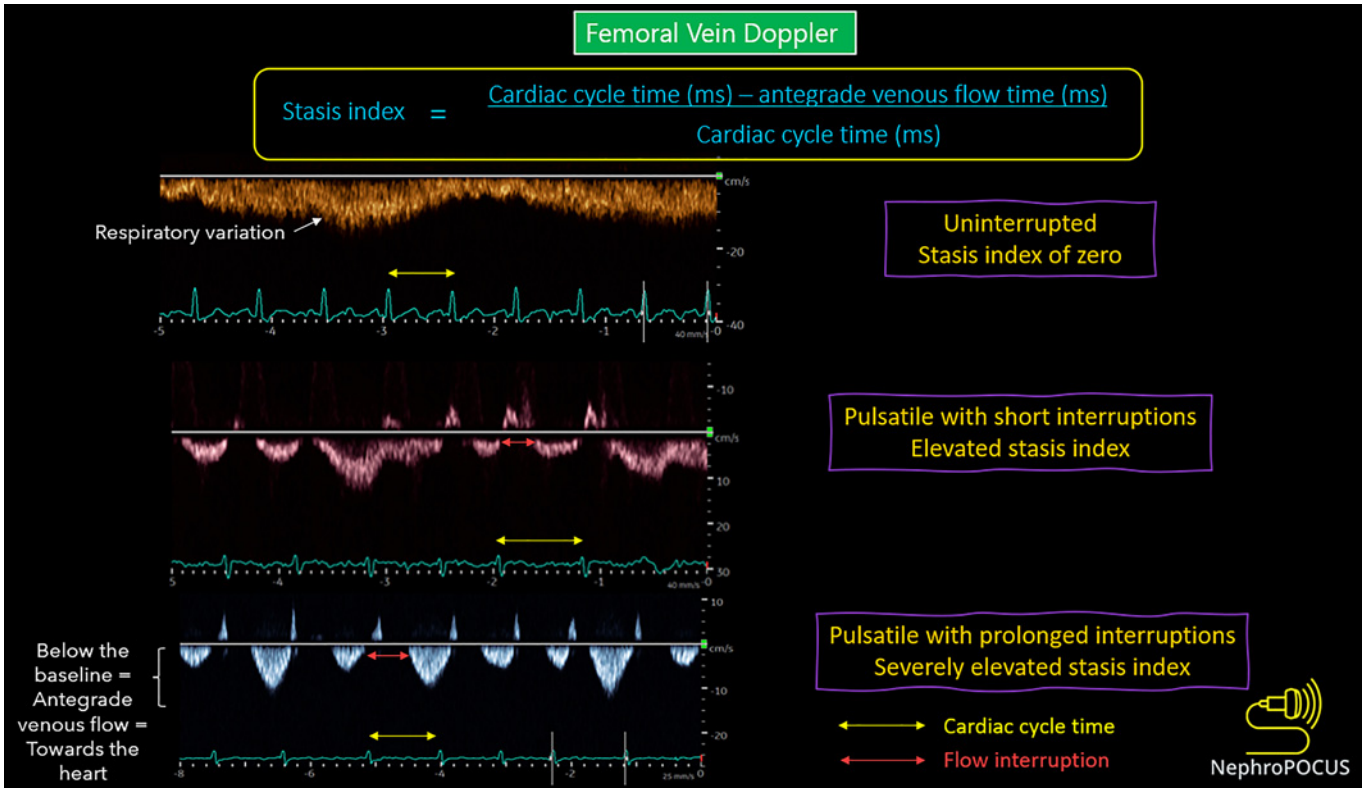
La figura 20 presenta otro escenario en el que la forma de onda de la arteria hepática puede interpretarse erróneamente como una forma de onda de la vena porta pulsátil. Sin embargo, es importante observar el espectro de alta velocidad y la posición del volumen de muestra en el flujo de color alias (colores mezclados). que anatómicamente corresponde a la arteria. La figura 21 muestra una forma de onda pulsátil de la vena porta en el fondo de la arteria hepática, así como una forma de onda solo portal obtenida ajustando ligeramente la posición del volumen de la muestra.

En ocasiones, el uso inadvertido de la función “inversión de escala” puede generar una confusión similar. En tales casos, la direccionalidad mostrada se invierte en el Doppler de color y de onda pulsada. Esto significa que el flujo hacia el transductor ahora está representado en azul y debajo de la línea de base, mientras que el flujo de salida está representado en rojo y por encima de la línea de base. La figura 22 ilustra un caso en el que el espectro Doppler de la vena hepática se muestra por encima de la línea de base y puede confundirse con una vena porta severamente pulsátil. Este problema puede ser especialmente desafiante para los usuarios que

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

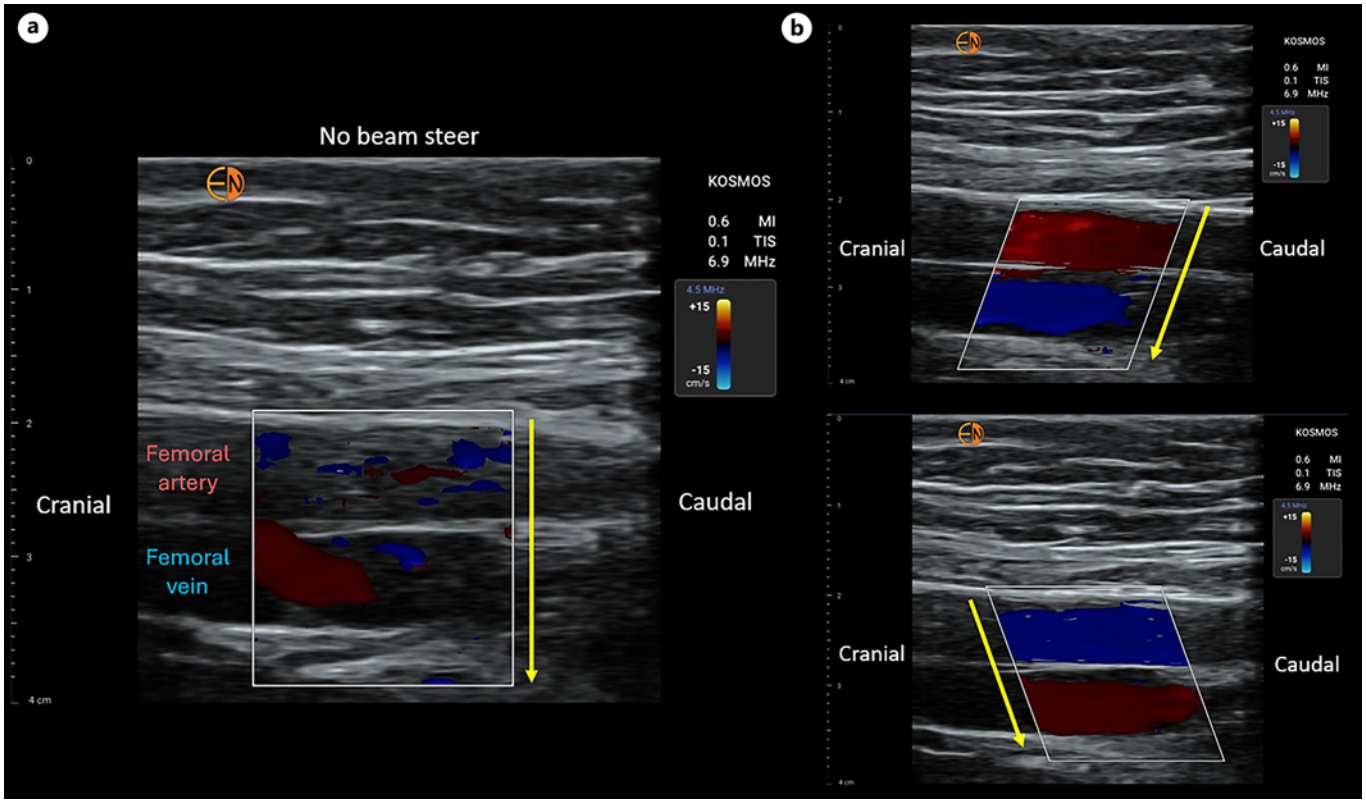


Figuras. 26.Imagen de ecografía renal que demuestra artefacto de espejo Doppler.



Figuras. 27.Ilustración del índice de estasis de la vena femoral, interpretación cualitativa. Reutilizado de NephroPOCUS.com con permiso.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



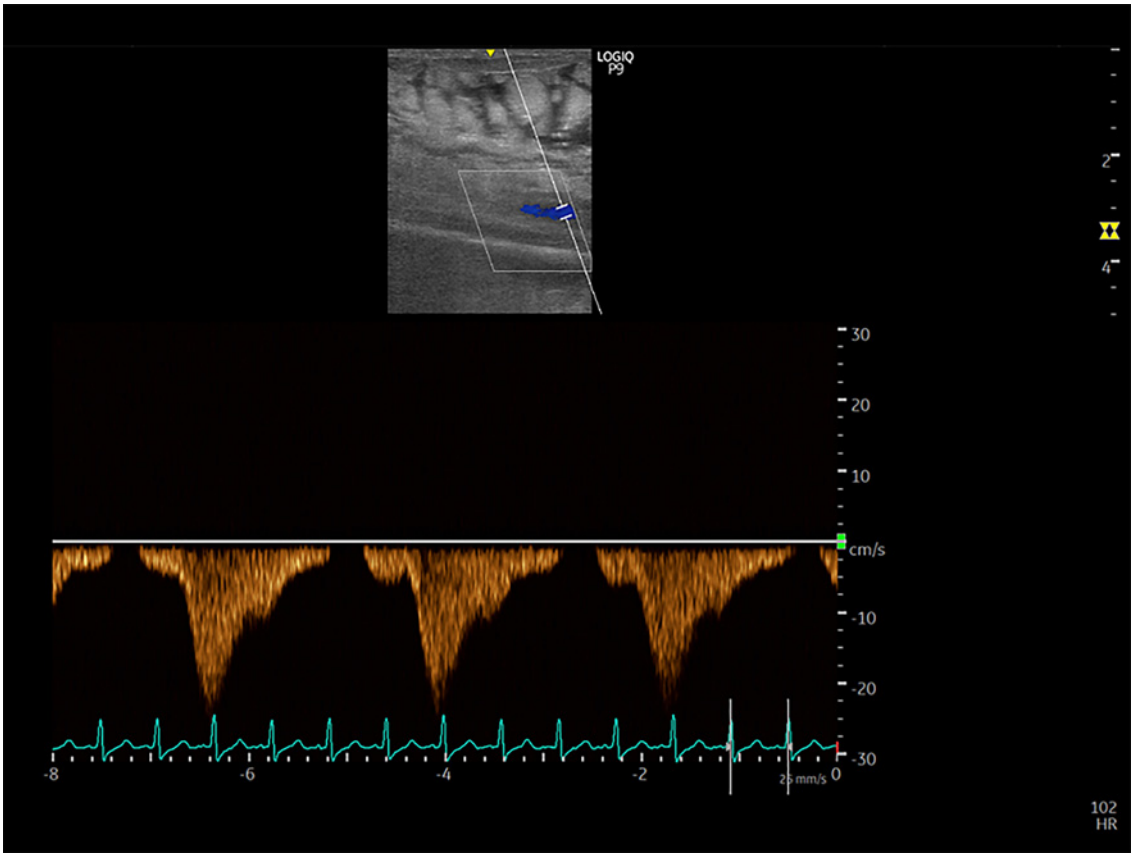
Figuras. 28.La imagen Doppler color de los vasos femorales derechos en un individuo sano muestra la función de dirección del haz.aCuando el ángulo de insonación (flecha amarilla) es perpendicular al flujo sanguíneo, se observa un desplazamiento Doppler mínimo con direccionalidad incierta.bLas imágenes guiadas por haz muestran una captación de color mejorada. Observe la alteración del color (direccionalidad) según si el haz se dirige hacia la izquierda o hacia la derecha.

Identificar los vasos basándose en sus colores en lugar de en sus características anatómicas. Otro escenario relacionado implica la interpretación del trazado Doppler de la vena porta derecha como flujo hepatofugal patológico, simplemente porque está posicionado debajo de la línea de base debido a la orientación anatómica del vaso (no debido a una inversión real del flujo) (Fig. 23).

Doppler de vena parenquimatosa renal: consejos para la adquisición

La ecografía Doppler de la vena parenquimatosa renal presenta desafíos técnicos únicos, atribuidos principalmente al pequeño tamaño de las venas, la necesidad de muestrear sitios específicos (vasos interlobares) y una mayor susceptibilidad a los movimientos respiratorios en comparación con las otras dos venas. No es sorprendente que los estudios indiquen una tasa de fallos de hasta el 25% para esta aplicación [42]. Para aumentar la probabilidad de obtener un trazado Doppler razonable, sugerimos los siguientes consejos: (1) utilice un transductor curvilíneo en la posición predeterminada del abdomen. (2) Zoom en el riñón para facilitar la identificación de los vasos o permitir la colocación del volumen de muestra junto a las pirámides si el flujo de color es subóptimo. (3) Opte por el Doppler de potencia en lugar del color para identificar los vasos y guiar la colocación del volumen de muestra, ya que el Doppler de potencia es más eficaz para detectar flujos bajos (Fig. 24). (4) Fomentar la retención respiratoria si el paciente puede seguir instrucciones. (5) Ajuste la escala Doppler adecuadamente (generalmente 20 cm/s o menos). (6) En caso de utilizar el ajuste preestablecido cardíaco (ya que el ECG puede no funcionar en el ajuste preestablecido de abdomen en algunas máquinas), tenga en cuenta que la captación de color generalmente es deficiente incluso en escalas bajas; aumentar la ganancia Doppler (Fig. 25). (7) Si todo lo demás falla, verifique el riñón contralateral para buscar posibles sitios de muestreo adecuados. Desde un punto de vista práctico, no siempre se puede intentar la ecografía Doppler renal si tanto las venas hepáticas como las porta presentan anomalías graves, ya que esto se califica como VExUS grado 3 con o sin forma de onda renal. En situaciones donde las venas hepática y porta presentan resultados equívocos, se puede considerar el Doppler de la vena femoral.

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025



Figuras. 29.Pulsatilidad respirofásica de la vena femoral en un paciente con circulación hiperdinámica que puede malinterpretarse como pulsatilidad cardíaca. Tenga en cuenta que la forma de onda es continua a lo largo de múltiples ciclos cardíacos indicados por el ECG.

Artefacto de espejo Doppler

Los artefactos de imagen especular Doppler se manifiestan como un espectro de velocidad duplicado que aparece tanto por encima como por debajo de la línea de base. Se producen debido a la "fuga" de la señal verdadera hacia el canal inverso en situaciones en las que el haz de ultrasonido encuentra un reflector fuerte (por ejemplo, la pared posterior del vaso, las áreas subdiafragmáticas del hígado) o en interfaces vasculares ramificadas.

[43]. El trazo de espejo exhibe una amplitud y un índice (FVSI) más débiles, derivados como que la duración del ciclo cardíaco es menos brillante en comparación con la señal verdadera. Si bien es Aunque es relativamente fácil identificar flujo bidireccional artefactual en las venas hepáticas y porta, puede ser confuso en el Doppler renal ya que normalmente se espera flujo en ambos lados de la línea base (arteria arriba y vena abajo). La figura 26 ilustra un ejemplo clásico de un artefacto de espejo de la arteria renal que se muestra debajo de la línea de base y que puede confundirse con un flujo venoso pulsátil, especialmente en imágenes de mala calidad o cuando el reflejo es parcial.

Doppler de vena femoral: una incorporación más reciente a VExUS

Cuando las venas VExUS convencionales se consideran inadecuadas, la exploración de otras venas sistémicas (p. ej., vena cava superior, vena esplénica, vena femoral) se denomina "e-VExUS" o "VExUS extendido" [44]. Entre ellos, el Doppler de la vena femoral ha ganado popularidad recientemente, atribuido a su simplicidad técnica percibida [45]. El análisis de la forma de onda de la vena femoral implica el cálculo de la estasis de la vena femoral.

[ms] – tiempo de flujo venoso anterógrado [ms] – duración del ciclo cardíaco (ms) [46]. El ECG simultáneo ayuda a determinar la duración precisa del ciclo cardíaco. En términos cualitativos, una interrupción más prolongada del flujo venoso (es decir, avance hacia el corazón) en cada ciclo cardíaco indica un mayor grado de congestión (Fig. 27). Como la vena femoral es anatómicamente perpendicular al haz de ultrasonido, se puede emplear la función de "dirección del haz" para ajustar el ángulo de insonación, mejorando el desplazamiento Doppler. Es esencial interpretar con cautela la visualización del color y la forma de onda (por encima y por debajo de la línea base).

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

dependiendo de la dirección de dirección del haz (Fig. 28). Otra trampa es que la forma de onda femoral puede mostrar pulsatilidad en condiciones hiperdinámicas como hipovolemia y estados vasodilatadores, atribuidos al colapso inspiratorio de la VCI [47]. Sin una monitorización simultánea del ECG, esta pulsatilidad respirofásica puede malinterpretarse como pulsatilidad cardíaca (Fig. 29).

Conclusiones

Sin lugar a dudas, VExUS sirve como un complemento valioso para la evaluación hemodinámica junto a la cama del paciente. Como cualquier modalidad de ecografía endoscópica (POCUS), exige una comprensión integral de los principios de adquisición de imágenes, una interpretación precisa y la integración de los hallazgos en el contexto clínico relevante. Las deficiencias en cualquiera de estos componentes pueden dar lugar a un tratamiento subóptimo del paciente. Es fundamental reconocer que la VExUS proporciona información sobre solo un componente del circuito hemodinámico y no debe confiarse en ella como el único parámetro para guiar las decisiones de tratamiento. Por ejemplo, la VExUS carece de la capacidad de diferenciar entre sobrecarga de presión y volumen del ventrículo derecho. Como resultado, los pacientes con congestión venosa grave pueden requerir intervenciones como la eliminación de volumen o la terapia vasodilatadora pulmonar en casos de hipertensión pulmonar precapilar, o pericardiocentesis si la congestión surge de un taponamiento cardíaco. Pelo-

Además, se recomienda precaución en pacientes con hipertensión pulmonar de larga duración y puntuaciones VExUS altas para evitar una descarga agresiva, ya que su gasto cardíaco puede depender de una precarga alta. De manera similar, la interpretación, especialmente de las formas de onda hepáticas, puede verse limitada por afecciones como la insuficiencia tricuspídea grave y la fibrilación auricular. Por lo tanto, la evaluación hemodinámica es compleja y requiere un enfoque multiparamétrico.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores no tienen conflictos de intereses que declarar.

Fuentes de financiación

Abhilash Koratala informa sobre la financiación de la investigación de KidneyCure y la beca de investigación clínica William y Sandra Bennett de la Sociedad Estadounidense de Nefrología. Amir Kazory recibió honorarios de consultoría de Baxter, Inc.

Contribuciones del autor

Abhilash Koratala redactó la versión inicial del manuscrito y obtuvo imágenes de ultrasonido. Amir Kazory, Gregorio Romero-González y Hatem Soliman-Aboumarie revisaron y revisaron el manuscrito en busca de contenido intelectual crítico. Todos los autores han aprobado la versión final para su envío.

Referencias

1 Koratala A, Ronco C, Kazory A. Diagnóstico de Sobrecarga de líquidos: de los conceptos convencionales a los contemporáneos. Medicina Cardiorrenal. 2022;12(4): 141–54.https://doi.org/10.1159/000526902 2 Rubio-Gracia J, Demissei BG, Ter Maaten JM, Cleland JG, O'Connor CM, Metra M, et al. Prevalencia, predictores y evolución clínica de la congestión residual en la insuficiencia cardíaca aguda descompensada. Int J Cardiol. 2018;258:185–91. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.01.067 3 Koratala A, Kazory A. Ultrasonido en el punto de atención Ecografía para la evaluación objetiva de la insuficiencia cardíaca: integración de los determinantes cardíacos, vasculares y extravasculares del estado del volumen. Medicina Cardiorrenal. 2021;11(1):5–17.https://doi.org/10.1159/000510732

4 Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R, et al. Cuantificación de la congestión sistémica con ecografía en el punto de atención: desarrollo del sistema de clasificación ecográfica del exceso venoso. Ultrasonido J. 2020;12(1):16.https://doi.org/10. 1186/s13089-020-00163-w

5 Argaiz ER, Romero-González G, Rola P, Spiegel R, Haycock KH, Koratala A. Cabecera Ultrasonido en el manejo de los síndromes cardiorrenales: una revisión actualizada. Medicina Cardiorrenal. 2023;13(1):372–84.https://doi.org/10.1159/000534976

6 Romero-González G, Manrique J, Castaño-Bilbao I, Slon-Roblero MF, Ronco C. PoCUS: congestión y ecografía, dos retos para la nefrología en la próxima década. Nefrología. 2022;42(5):501–5.https://doi.org/10.1016/j.nefroe.2021.09.008

7 Koratala A, Reisinger N. Exceso venoso Doppler Ecografía para el nefrólogo: perlas y trampas. Medicina del riñón 2022;4(7):100482.https://doi.org/10.1016/j.xkme.2022.100482

8 Argaiz ER. VExUS nexo: evaluación en la cama del paciente de congestión venosa. Enfermedad renal crónica avanzada 2021;28(3):252–61.https://doi.org/10. 1053/ fecha de publicación: 2021.03.004

9 Soliman-Aboumarie H, Denault AY. Cómo Evaluar la congestión venosa sistémica con ecografía en el punto de atención. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2023;24(2):177–80.https://doi.org/10.1093/ehjci/jeac239

10 Kattan E, Castro R, Miralles-Aguiar F, Hernández G, Rola P. El concepto emergente de Tolerancia a los fluidos: un documento de posición. J Crit Care. 2022;71:154070. https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2022.154070

11 Kenny JÉS, Prager R, Rola P, Haycock K, Gibbs SO, Johnston DH, et al. Ecografía Doppler venoso-arterial simultánea durante la reanimación con líquidos temprana para caracterizar una nueva curva de Starling Doppler: un estudio piloto observacional prospectivo. J Intensive Care Med. 2024;39(7):628–35.https://doi.org/10.1177/08850666231224396

12 Muñoz F, Born P, Bruna M, Ulloa R, González C, Philp V, et al. Coexistencia de un estado de respuesta a fluidos y señales de congestión venosa en pacientes gravemente enfermos: un estudio observacional multicéntrico de prueba de concepto. Cuidado crítico. 2024;28(1):52.https://doi.org/10.1186/s13054-024-04834-1

13 Beaubien-Souligny W, Galarza L, Buchannan B, Lau VI, Adhikari NKJ, Deschamps J, et al. Estudio prospectivo de marcadores ecográficos de congestión orgánica en pacientes críticos con lesión renal aguda. Representante Internacional del Riñón 2024; 9(3):694–702.https://doi.org/10.1016/j.ekir.2023.12.018

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025

14 Andrei S, Bahr PA, Nguyen M, Bouhemad B, Guinot PG. Prevalencia de congestión venosa sistémica evaluada mediante el sistema de clasificación ultrasónica del exceso venoso (VExUS) y asociación con lesión renal aguda en una cohorte general de UCI: un estudio multicéntrico prospectivo. Cuidado crítico. 2023;27(1):224.https://doi.org/10. 1186/s13054-023-04524-4
15 Islas-Rodríguez JP, Miranda-Aquino T, Romero-González G, Hernández-Del Rio J, Camacho-Guerrero JR, Covarrubias-Villa S, et al. Efecto sobre la recuperación de la función renal guiando la descongestión con VExUS en pacientes con síndrome cardiorrenal 1: un ensayo controlado aleatorizado. Medicina Cardiorrenal. 2024;14(1): 1–11.https://doi.org/10.1159/000535641 16 McCallum W, Tighiouart H, Testani JM, Griffin M, Konstam MA, Udelson JE, et al. Tasas de descongestión hospitalaria y asociación con mortalidad y resultados cardiovasculares entre pacientes ingresados por insuficiencia cardíaca aguda. Am J Med. 2022;135(9):e337–52. https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2022.04.003 17 Longino A, Martín K, Leyba K, Siegel G, Gill E, Douglas IS, y otros. Correlación entre la puntuación VExUS y la presión auricular derecha: un estudio observacional prospectivo piloto. Cuidado crítico. 2023;27(1):205.https://doi.org/10.1186/s13054-023-04471-0
18 Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Khandwalla R, Kimchi A. La eficacia de la medición ecográfica del diámetro de la vena cava inferior como estimación de la presión venosa central. Ultrasonido Cardiovascular. 2016;14(1):33. https://doi.org/10.1186/s12947-016-0076-1 19 Taniguchi T, Ohtani T, Nakatani S, Hayashi K, Yamaguchi O, Komuro I, et al. Impacto del tamaño corporal en los parámetros de la vena cava inferior para estimar la presión auricular derecha: ¿una necesidad de estandarización? J Am Soc Echocardiogr. 2015;28(12):1420–7. https://doi.org/10.1016/j.echo.2015.07.008 20 Seo Y, Iida N, Yamamoto M, Machino-Ohtsuka T, Ishizu T, Aonuma K. Estimación de la presión venosa central utilizando la relación entre el diámetro corto y el largo a partir de imágenes transversales de la vena cava inferior. J Am Soc Echocardiogr. 2017;30(5):461–7.https://doi. org/10.1016/j.echo.2016.12.002
21 Shah R, Spiegel R, Lu C, Crnosija I, Ahmad S. Relación entre las vistas ecográficas subcostal y lateral derecha del colapso de la vena cava inferior: implicaciones para el uso clínico de la ecografía. Pecho. 2018;153(4):939–45. https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.10.002 22 Yamaguchi Y, Moharir A, Kim SS, Wakimoto M, Burrier C, Shafy SZ, et al. Evaluación ecográfica de la vena cava inferior en niños: una comparación de las vistas coronal lateral derecha y subxifoidea. J Clin Ultrasonido. 2022;50(4): 575–80.https://doi.org/10.1002/jcu.23061 23 Wang L, Harrison J, Dranow E, Aliyev N, Khor L. Precisión de la altura de la presión venosa yugular ecográfica para predecir la congestión venosa central. Ana Interna Med. 2022;175(5): W54–351.https://doi.org/10.7326/L22-0118 24 Kitamura H, Kobayashi C. Deterioro de la cambio en el diámetro de la porción hepática de La vena cava inferior: un signo ecográfico de fibrosis hepática o cirrosis. J Ultrasound Med. 2005;24(3):355–61.https://doi.org/10.7863/jum.2005.24.3.355
25 Wachsberg RH, Levine CD, Maldjian PD, Simmons MZ. Dilatación de la vena cava inferior en pacientes con hipertensión portal cirrótica. Causas y hallazgos de imagen. Imágenes clínicas. 1998;22(1):48–53.https://doi.org/10.1016/s0899-7071(97)00047-8
26 Leal-Villarreal MAJ, Aguirre-Villarreal D, Vidal-Mayo JJ, Argaiz ER, García-Juárez I. Correlación de la colapsibilidad de la vena yugular interna con la presión venosa central en pacientes con cirrosis hepática. Am J Gastroenterol. 2023;118(9):1684–7.https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002315
27 Chayapinun V, Koratala A, Assavapokee T. Ver debajo de la superficie: aprovechamiento de la ecografía en el punto de atención para la evaluación de la vena yugular interna. Revista Mundial de Cardiología. 2024; 16(2):73–9. https://doi.org/10.4330/wjc.versión 16.i2.73
28 Koratala A, Argaiz ER. Vena yugular interna Ultrasonido: alerta de peligro. Am J Med. 2024;137(6): e107–8.https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2024. 02.016
29 Koratala A. Fundamentos de la ecografía Doppler para la Nefrólogo: Parte 1. Renal FellowNetwork; 2020. Disponible en: https://www.renalfellow.org/2020/09/24/basics-of-doppler-ultrasound-forthe-nephrologist-part-1/.(consultado: 25 2 2024). 30 Uppal T, Mogra R. RBCmotion y la base de Instrumentación de ultrasonido Doppler. Australas J Ultrasound Med. 2010;13(1):32–4.https://doi. org/10.1002/j.2205-0140.2010.tb00216.x 31 Fadel BM, Mohty D, Husain A, Alassas K, Echahidi N, Dahdouh Z, et al. Doppler espectral de las venas hepáticas en trastornos de frecuencia, ritmo y conducción. Ecocardiografía. 2016;33(1): 136–5.https://doi.org/10.1111/echo.13091 32 Colli A, Cocciolo M, Riva C, Martínez E, Prisco A, Pirola M, et al. Anormalidades de la forma de onda Doppler de las venas hepáticas en pacientes con enfermedad hepática crónica: correlación con hallazgos histológicos. AJR Am J Roentgenol. 1994;162(4): 833–7. https://doi.org/10.2214/ajr.162.4.8141001 33 Afif AM, Chang JP, Wang YY, Lau SD, Deng F, Goh SY, et al. Estudio ecográfico Doppler de la vena hepática, la vena porta y la arteria hepática en la cirrosis hepática: correlación de la hemodinámica hepática con la puntuación clínica de Child Pugh en Singapur. Ultrasonido. 2017;25(4):213–21. https://doi.org/10.1177/1742271X17721265 34 Wachsberg RH, Needleman L, Wilson DJ. Pulsatilidad de la vena porta en adultos normales y cirróticos sin enfermedad cardíaca. J Clin Ultrasonido. 1995;23(1):3–15.https://doi.org/10. 1002/jcu.1870230103
35 Loperfido F, Lombardo A, Amico CM, Vigna J, Testa M, Rossi E, et al. Análisis Doppler del flujo de la vena porta en la insuficiencia tricuspídea. J Enfermedad de la válvula cardíaca. 1993;2(2):174–82.
36 Koratala A, Taleb Abdellah A, Reisinger N. Ecografía Doppler del exceso venoso en el punto de atención realizada por un nefrólogo para el tratamiento de la lesión renal aguda. J Ultrasonido. 2023;26(1):301–6.https://doi.org/10.1007/s40477-022-00760-6
37 Beaubien-Souligny W, Benkreira A, Robillard P, Bouabdallaoui N, Chassé M, Desjardins G, et al. Las alteraciones en el flujo de la vena porta y del flujo venoso intrarrenal se asocian con lesión renal aguda después de cirugía cardíaca: un estudio de cohorte observacional prospectivo. J Am Heart Assoc. 2018;7(19):e009961.https://doi.org/10.1161/LEA.118.009961
38 Hussain-Syed F, Birk HW, Ronco J, Schörmann T, Tello K, Richter MJ, et al. Índice de estasis venosa renal derivado de Doppler en el pronóstico de la insuficiencia cardíaca derecha. J Am Heart Assoc. 2019;8(21):e013584.https://doi.org/10.1161/READ.119.013584
39 Scheinfeld MH, Bilali A, Koenigsberg M. Comprender la forma de onda Doppler espectral de las venas hepáticas en la salud y la enfermedad. Radiografía. 2009;29(7):2081–98. https://doi.org/10.1148/rg.297095715 40 Revzin MV, Imanzadeh A, Menias J, Pourjabbar S, Mustafa A, Nezami N, et al. Optimización de la calidad de la imagen al evaluar el flujo sanguíneo en la ecografía Doppler: un tutorial. Radiografía. 2019;39(5):1501–23.https://doi. org/10.1148/rg.2019180055
41 Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Foster MC, et al. Pautas para realizar un examen ecocardiográfico transtorácico completo en adultos: recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía. J Am Soc Echocardiogr. 2019;32(1): 1–64.https://doi.org/10.1016/j.echo.2018.06.004 42 Spiegel R, Teeter W, Sullivan S, Tupchong K, Mohammed N, Sutherland M, et al. El uso del Doppler venoso para predecir eventos renales adversos en una cohorte general de UCI. Cuidado crítico. 2020;24(1): 615. https://doi.org/10.1186/s13054-020-03330-6
43 Kerr DM, Middleton WD. Reflexiones sobre la Artefacto de imagen especular ultrasónica. Ultrasonido Q. 2020;36(4):287–99.https://doi.org/10. 1097/RUQ.0000000000000525
44 Turk M, Robertson T, Koratala A. Punto de Ultrasonido asistencial en el diagnóstico y tratamiento de la nefropatía congestiva. Revista Mundial de Critología Médica. 2023;12(2):53–62. https://doi. org/10.5492/wjccm.v12.i2.53
45 Bhardwaj V, Rola P, Denault A, Vikneswaran G, Spiegel R. Pulsatilidad de la vena femoral: una herramienta simple para la evaluación de la congestión venosa. Ultrasonido J. 2023;15(1):24. https://doi.org/10.1186/s13089-023-00321-w 46 Croqueta M, Puyade M, Montani D, Jutant EM, De Géa M, Lanéelle D, et al. Rendimiento diagnóstico de la ecografía Doppler pulsado de la vena femoral común para detectar presión auricular derecha elevada en la hipertensión pulmonar. J Cardiovasc Transl Res. 2023;16(1):141–51. https://doi.org/10.1007/s12265-022-10276-3 47 Denault AY, AldredMP, HammoudA, ZengYH, Beaubien-Souligny W, Couture EJ, et al. Interrogatorio Doppler de la vena femoral en el paciente crítico: ¿la ventana acústica potencial más rápida para diagnosticar la disfunción ventricular derecha? Exploración del cuidado crítico. 2020;2(10):e0209.https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000209

Descargado de http://karger.com/crm/article-pdf/14/1/350/4249733/000539469.pdf por invitado el 19 de mayo de 2025